JOHN T. HANSEN

NETTER CUADERNO DE ANATOMÍA PARA COLOREAR

2.ª EDICIÓN

F. Netter M.D.

ELSEVIER MASSON

www.studentconsult.com

Netter

Cuaderno de anatomía para colorear

2.ª edición

John T. Hansen, PhD

Professor of Neurobiology and Anatomy
Associate Dean for Admissions
University of Rochester School of Medicine and Dentistry
Rochester, New York

Imágenes basadas en las obras de la colección de **Frank H. Netter, MD**

Modificado para colorear por
Carlos A. G. Machado, MD
y
Dragonfly Media Group

ELSEVIER
MASSON

Ámsterdam Barcelona Beijing Boston Filadelfia Londres Madrid
México Milán Múnich Orlando París Roma Sídney Tokio Toronto

ELSEVIER
MASSON

Edición en español de la 2.ª edición de la obra original en inglés
Netter's Anatomy Coloring Book

This edition of *Netter's Anatomy Coloring Book* by John T. Hansen is published by arrangement with Elsevier Inc.

Copyright © 2014 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc.

Revisión científica:
Dr. Víctor Götzens García
Profesor Titular de Anatomía Humana
Facultad de Medicina, Universidad de Barcelona

© 2015 Elsevier España, S.L.U.
Es una publicación MASSON.
Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1.º – 08029 Barcelona

Fotocopiar es un delito. (Art. 270 C.P.)
Para que existan libros es necesario el trabajo de un importante colectivo (autores, traductores, dibujantes, correctores, impresores, editores...). El principal beneficiario de ese esfuerzo es el lector que aprovecha su contenido.
Quien fotocopia un libro, en las circunstancias previstas por la ley, delinque y contribuye a la «no» existencia de nuevas ediciones. Además, a corto plazo, encarece el precio de las ya existentes.
Este libro está legalmente protegido por los derechos de propiedad intelectual. Cualquier uso, fuera de los límites establecidos por la legislación vigente, sin el consentimiento del editor, es ilegal. Esto se aplica en particular a la reproducción, fotocopia, traducción, grabación o cualquier otro sistema de recuperación de almacenaje de información.

ISBN edición original: 978-0-323-18798-5
ISBN edición española: 978-84-458-2613-3
Depósito legal: B. 25.088 – 2014

Servicios editoriales: DRK Edición

Advertencia

La medicina es un área en constante evolución. Aunque deben seguirse unas precauciones de seguridad estándar, a medida que aumenten nuestros conocimientos gracias a la investigación básica y clínica habrá que introducir cambios en los tratamientos y en los fármacos. En consecuencia, se recomienda a los lectores que analicen los últimos datos aportados por los fabricantes sobre cada fármaco para comprobar la dosis recomendada, la vía y duración de la administración y las contraindicaciones. Es responsabilidad ineludible del médico determinar la dosis y el tratamiento más indicado para cada paciente en función de su experiencia y del conocimiento de cada caso concreto. Ni los editores ni los directores asumen responsabilidad alguna por los daños que pudieran generarse a personas o propiedades como consecuencia del contenido de esta obra.

El editor

Para **Amy,** hija, esposa, madre y médico,
que lo coloreaba todo durante sus años en la facultad
de medicina y me convirtió en un adepto...

Para **Sean,** hijo, esposo, padre e ingeniero, que coloreaba
fuera de las líneas y me mostró su creatividad...

y para **Paula,** esposa, madre, abuela, maestra y alma
gemela, que entendió el valor de colorear y siempre
nos dio ánimos.

Sobre los ilustradores

Frank H. Netter, MD

Frank H. Netter nació en la ciudad de Nueva York en 1906. Estudió arte en la Art Student's League y en la National Academy of Design antes de entrar en la Facultad de Medicina de la Universidad de Nueva York, donde se licenció en medicina en 1931. Durante sus años de estudiante, los esquemas de los apuntes del Dr. Netter atrajeron la atención de los profesores de la facultad y de otros médicos, lo cual le permitió aumentar sus ingresos ilustrando artículos y libros de texto. Después de establecer una clínica quirúrgica en 1933, continuó dibujando como actividad paralela, pero finalmente optó por dejar la práctica de la cirugía y dedicarse al arte a tiempo completo. Tras servir en el ejército estadounidense durante la Segunda Guerra Mundial, el Dr. Netter empezó su larga colaboración con la compañía farmacéutica CIBA (actualmente Novartis Pharmaceuticals). Esta asociación duró 45 años y dio como resultado una extraordinaria colección de ilustraciones bien conocidas por los médicos y otros profesionales de la salud del mundo entero.

Icon Learning Systems adquirió la Colección Netter en julio de 2000 y continuó poniendo al día la obra original del Dr. Netter, así como añadiendo nuevos dibujos encargados a artistas entrenados en el mismo estilo. En 2005, Elsevier Inc. compró la Colección Netter y todas las publicaciones de Icon Learning Systems. Existen actualmente más de 50 publicaciones de Elsevier Inc. en que figuran ilustraciones del Dr. Netter.

Los trabajos del Dr. Netter se encuentran entre los más bellos ejemplos del uso de la ilustración en la enseñanza de los conceptos médicos. Los 13 libros de la *Colección Netter de ilustraciones médicas,* que incluyen la mayor parte de los más de 20.000 dibujos creados por el Dr. Netter, fueron y siguen siendo uno de los trabajos médicos más famosos hasta ahora publicados. El *Atlas de anatomía humana,* publicado por primera vez en 1989, muestra los dibujos anatómicos de la Colección Netter. Traducido a 11 idiomas, es el atlas de anatomía de elección entre los estudiantes de medicina y los profesionales sanitarios de todo el mundo.

Estas ilustraciones se aprecian no sólo por sus cualidades estéticas sino, lo que es más importante, por su contenido intelectual. Como escribió el Dr. Netter en 1949, «... la clarificación de un tema constituye el objetivo y finalidad de la ilustración. No importa la belleza de la pintura, ni cuán delicada y sutil sea la representación del tema, ya que tendrá poco valor como *ilustración médica* si no sirve para esclarecer un determinado concepto». El planteamiento, concepción, punto de vista y enfoque del Dr. Netter son lo que da coherencia a sus dibujos y lo que los hace tan valiosos intelectualmente.

Frank H. Netter, MD falleció en 1991.

Conozca más sobre el médico y artista cuyo trabajo ha inspirado la colección Netter Reference en:

http://www.netterimages.com/artist/netter.htm.

Carlos A. G. Machado, MD

Carlos Machado fue elegido por Novartis para ser el sucesor del Dr. Netter. Sigue siendo el principal ilustrador que contribuye a actualizar la colección Netter de ilustraciones médicas.

Autodidacta en ilustración médica, el cardiólogo Carlos Machado ha realizado meticulosas actualizaciones de algunas de las láminas originales del Dr. Netter y ha creado muchas ilustraciones propias para la colección Netter. Su estilo hiperrealista y su aguda percepción de la relación médico-paciente cobran forma en un inolvidable estilo visual. Su dedicación a la investigación de cada tema que dibuja lo sitúa entre los principales ilustradores médicos de hoy en día.

Aprenda más acerca de Carlos Machado y su obra en:

http://www.netterimages.com/artist/machado.htm.

CÓMO USAR ESTE LIBRO

La anatomía humana es un tema fascinante y complejo, que resulta interesante para casi cualquiera de nosotros. Aprender anatomía no tiene por qué ser difícil y en realidad puede resultar agradable. Explorar la anatomía humana de una manera sencilla, sistemática y divertida es el objetivo de *Netter. Cuaderno de anatomía para colorear.* Este libro está dirigido a estudiantes de todas las edades: la curiosidad es el único requisito previo.

Las imágenes de *Netter. Cuaderno de anatomía para colorear* parten de las famosas ilustraciones anatómicas meticulosamente realizadas por Frank H. Netter, MD y reunidas en su *Atlas de anatomía humana.* Este atlas es el más utilizado en el mundo y está traducido a 16 idiomas diferentes, por muy buenas razones. Las ilustraciones del Dr. Netter han resistido el paso del tiempo y han enseñado anatomía humana a millones de estudiantes de todo el mundo.

¿Por qué un libro de anatomía para colorear? En mi opinión, la mejor razón es que el aprendizaje activo siempre triunfa sobre el aprendizaje pasivo. Ver, hacer y aprender van de la mano; dicho de otra manera: «de la vista a la mano, de la mano a la mente, de la mente a la memoria». Así es como la mayoría de nosotros aprendemos. Libros de texto, fichas de autoevaluación, vídeos y atlas de anatomía, todos tienen su lugar en el aprendizaje de la anatomía humana, pero aquellos recursos que nos motivan más y nos permiten participar en una experiencia de aprendizaje activo «asientan» el conocimiento en nuestra memoria.

Netter. Cuaderno de anatomía para colorear está organizado por sistemas corporales. Las notas al pie de las láminas remiten a las obras Netter, F. *Atlas de anatomía humana* y *Netter. Anatomía clínica,* que son las fuentes de procedencia de las diversas ilustraciones, para su posterior revisión y referencia. En cada lámina del libro para colorear, se enfatizan las estructuras más importantes. Los ejercicios para colorear, leyendas, texto, listas de puntos clave y tablas ayudan a comprender por qué las visiones, cuidadosamente elegidas, del cuerpo humano son importantes tanto anatómica como funcionalmente. De manera intencionada no he incluido leyendas exhaustivas en cada imagen porque quiero que el estudiante se centre en los aspectos anatómicos más importantes; sin embargo invito a todos los lectores a que hagan el libro *suyo* y se sientan libres para dar color a todo lo que quieran, añadan sus propias leyendas como deseen, tapen estructuras para autoevaluarse; y, en definitiva, a que utilicen cada imagen tan creativamente como deseen para mejorar su experiencia de aprendizaje. En la mayoría de los casos, dejo elegir los colores, pero mi recomendación es colorear las arterias de color rojo, las venas de azul, los músculos de color marrón rojizo, los nervios de amarillo y los nódulos linfáticos de verde, ya que éstos son los colores que se utilizan en la mayoría de los atlas en color de anatomía. Por último, creo que probablemente los lápices de colores son la mejor opción; pero quien lo desee puede usar bolígrafos, rotuladores, etc. Por encima de todo, mi intención es divertirnos aprendiendo anatomía: después de todo, también es la nuestra.

JOHN T. HANSEN, PHD

Capítulo 1 Orientación e introducción

1-1 Terminología
1-2 Planos corporales y términos de relación
1-3 Movimientos
1-4 La célula
1-5 Tejidos epiteliales
1-6 Tejidos conectivos
1-7 Esqueleto
1-8 Articulaciones
1-9 Articulaciones sinoviales
1-10 Músculo
1-11 Sistema nervioso
1-12 Piel (integumento)
1-13 Cavidades corporales

Capítulo 2 Sistema esquelético

2-1 Estructura ósea y clasificación
2-2 Características externas del cráneo
2-3 Características internas del cráneo
2-4 Mandíbula y articulación temporomandibular
2-5 Columna vertebral
2-6 Vértebras cervicales y torácicas
2-7 Vértebras lumbares, sacras y coccígeas
2-8 Caja torácica
2-9 Articulaciones y ligamentos de la columna vertebral
2-10 Cintura escapular y brazo
2-11 Articulación del hombro
2-12 Antebrazo y articulación del codo
2-13 Carpo y mano
2-14 Articulaciones y movimientos del carpo y de los dedos
2-15 Cintura pélvica
2-16 Articulación de la cadera
2-17 Huesos del muslo y la pierna
2-18 Articulación de la rodilla
2-19 Huesos del tarso y el pie
2-20 Articulaciones del tobillo y el pie

Capítulo 3 Sistema muscular

3-1 Músculos de la expresión facial
3-2 Músculos masticadores
3-3 Músculos extraoculares
3-4 Músculos de la lengua y el paladar
3-5 Músculos de la faringe y deglución
3-6 Músculos intrínsecos de la laringe y fonación
3-7 Músculos del cuello
3-8 Músculos prevertebrales
3-9 Músculos superficiales e intermedios del dorso
3-10 Músculos profundos (intrínsecos) del dorso
3-11 Músculos de la pared torácica
3-12 Músculos de la pared anterior del abdomen
3-13 Músculos de la región inguinal del varón
3-14 Músculos de la pared posterior del abdomen
3-15 Músculos de la pelvis
3-16 Músculos del periné
3-17 Músculos posteriores del hombro
3-18 Músculos anteriores del hombro
3-19 Músculos del brazo
3-20 Pronación y supinación de las articulaciones radiocubitales
3-21 Músculos anteriores del antebrazo
3-22 Músculos posteriores del antebrazo
3-23 Músculos intrínsecos de la mano
3-24 Resumen de los músculos del miembro superior
3-25 Músculos glúteos
3-26 Músculos posteriores del muslo
3-27 Músculos anteriores del muslo
3-28 Músculos mediales del muslo
3-29 Músculos anteriores y laterales de la pierna
3-30 Músculos posteriores de la pierna
3-31 Músculos intrínsecos del pie
3-32 Resumen de los músculos del miembro inferior

Capítulo 4 Sistema nervioso

4-1 Estructura neuronal
4-2 Células de la glía
4-3 Tipos de sinapsis
4-4 Cerebro
4-5 Conexiones corticales
4-6 Anatomía sagital media y basal del encéfalo
4-7 Núcleos basales
4-8 Sistema límbico
4-9 Hipocampo
4-10 Tálamo
4-11 Hipotálamo
4-12 Cerebelo
4-13 Médula espinal I
4-14 Médula espinal II
4-15 Nervios espinales y periféricos
4-16 Dermatomas
4-17 Ventrículos encefálicos
4-18 Espacio subaracnoideo
4-19 División simpática del SNA
4-20 División parasimpática del SNA
4-21 Sistema nervioso entérico
4-22 Nervios craneales
4-23 Sistema visual I
4-24 Sistema visual II
4-25 Sistemas auditivo y vestibular I
4-26 Sistemas auditivo y vestibular II
4-27 Gusto y olfato

Índice de capítulos

4-28 Plexo cervical
4-29 Plexo braquial
4-30 Plexo lumbar
4-31 Plexo sacro

Capítulo 5 **Sistema cardiovascular**

5-1 Composición de la sangre
5-2 Organización general
5-3 Corazón I
5-4 Corazón II
5-5 Corazón III
5-6 Corazón IV
5-7 Características de las arterias, los capilares y las venas
5-8 Arterias de la cabeza y el cuello
5-9 Arterias de la cabeza
5-10 Arterias del encéfalo
5-11 Venas de la cabeza y el cuello
5-12 Arterias del miembro superior
5-13 Arterias del miembro inferior
5-14 Aorta torácica y abdominal
5-15 Arterias del tracto gastrointestinal
5-16 Arterias de la pelvis y el periné
5-17 Venas del tórax
5-18 Venas de la cavidad abdominopélvica
5-19 Anastomosis portosistémicas
5-20 Venas del miembro superior
5-21 Venas del miembro inferior
5-22 Circulación prenatal y posnatal

Capítulo 6 **Sistema linfático**

6-1 Organización general del sistema linfático
6-2 Inmunidad innata
6-3 Inmunidad adaptativa
6-4 Timo y médula ósea
6-5 Bazo
6-6 Tonsilas, BALT, GALT y MALT
6-7 Aspectos clínicos del sistema linfático

Capítulo 7 **Sistema respiratorio**

7-1 Visión general
7-2 Cavidades nasales y nasofaringe
7-3 Senos paranasales
7-4 Orofaringe, laringofaringe y laringe
7-5 Tráquea y pulmones
7-6 Mecanismos respiratorios

Capítulo 8 **Sistema digestivo**

8-1 Visión general
8-2 Cavidad bucal
8-3 Dientes
8-4 Faringe y esófago
8-5 Cavidad peritoneal y mesenterios
8-6 Estómago
8-7 Intestino delgado
8-8 Intestino grueso
8-9 Hígado
8-10 Vesícula biliar y páncreas exocrino

Capítulo 9 **Sistema urinario**

9-1 Visión general del sistema urinario
9-2 Riñón
9-3 Nefrona
9-4 Función tubular renal
9-5 Vejiga urinaria y uretra

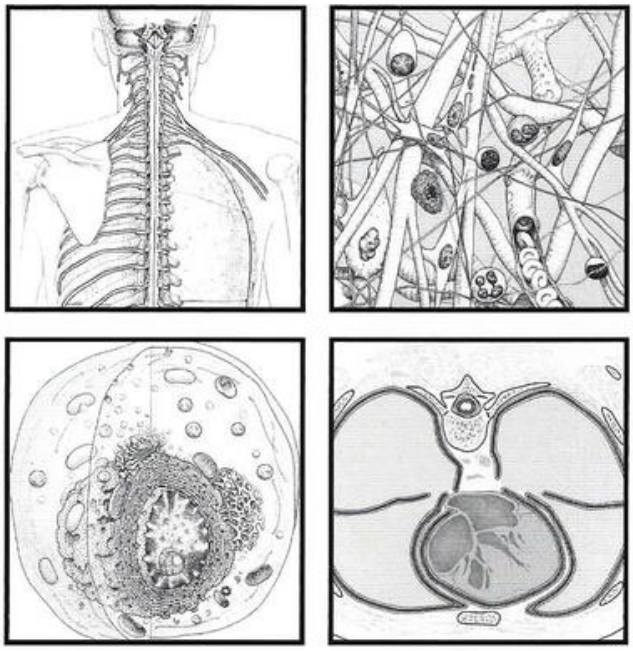
Capítulo 10 **Sistema genital**

10-1 Visión general del sistema genital femenino
10-2 Ovarios y trompas uterinas
10-3 Útero y vagina
10-4 Ciclo menstrual
10-5 Mama femenina
10-6 Visión general del sistema genital masculino
10-7 Testículo y epidídimo
10-8 Uretra masculina y pene

Capítulo 11 **Sistema endocrino**

11-1 Visión general
11-2 Hipotálamo e hipófisis
11-3 Hipófisis
11-4 Glándulas tiroides y paratiroides
11-5 Glándulas suprarrenales
11-6 Páncreas
11-7 Pubertad
11-8 Hormonas del sistema digestivo

Capítulo 1 Orientación e introducción



© 2015. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

1 Terminología

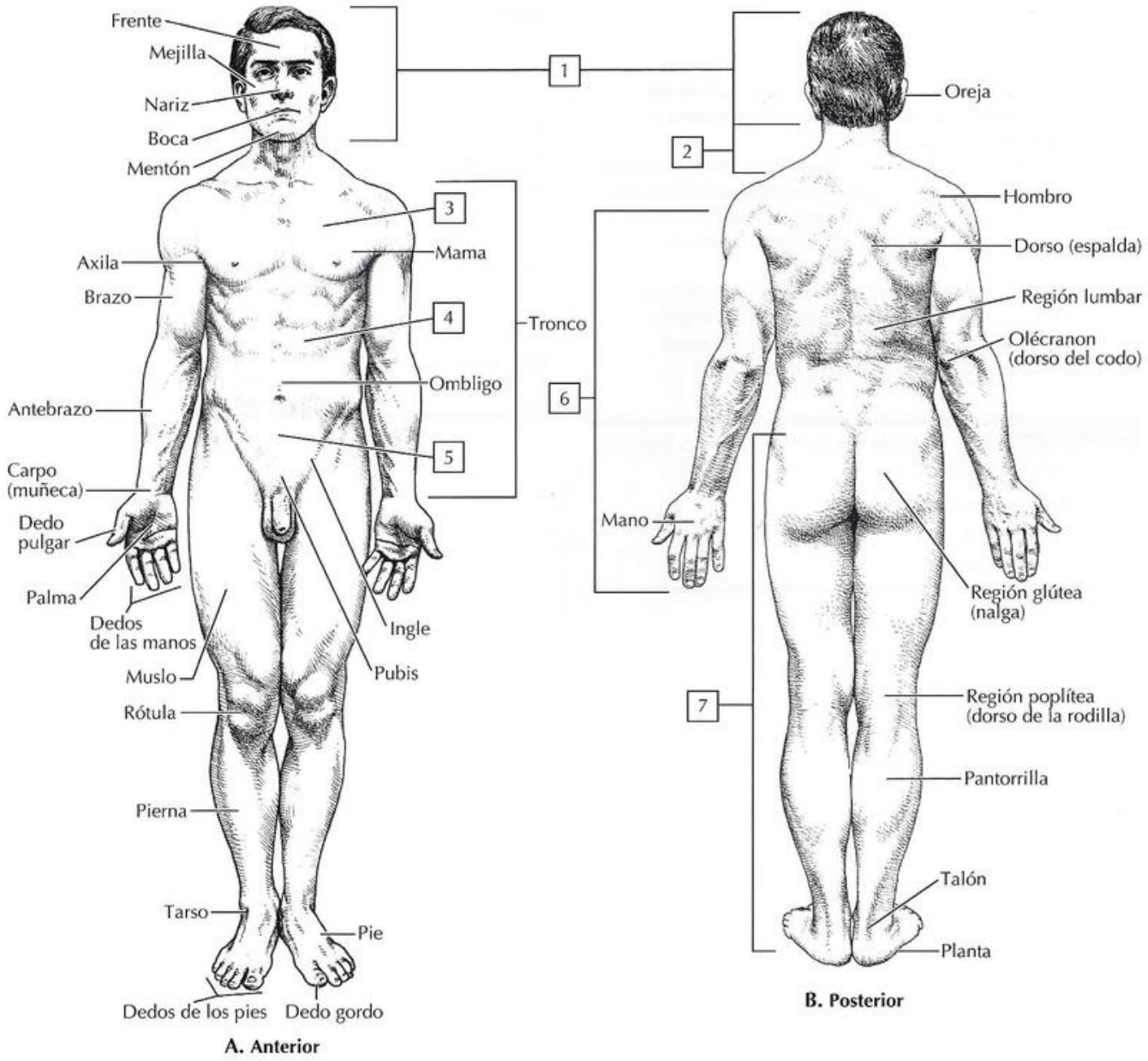
La anatomía requiere un vocabulario clínico que defina la posición, movimientos, relaciones y planos de referencia. Por convención, las descripciones anatómicas del cuerpo humano se basan en un individuo de pie en la «**posición anatómica**». Esta posición se define como:

- Erguido de pie y mirando hacia delante
- Los miembros superiores colgando a los lados; las palmas dirigidas hacia delante
- Los miembros inferiores colocados juntos; los pies ligeramente separados y dirigidos hacia delante

COLOREA las principales regiones, empezando por la cabeza y acabando en el miembro inferior, utilizando un color diferente para cada región:

- ☐ **1. Cabeza**
- ☐ **2. Cuello**
- ☐ **3. Tórax**
- ☐ **4. Abdomen**
- ☐ **5. Pelvis**
- ☐ **6. Miembro superior**
- ☐ **7. Miembro inferior**

Las regiones del cuerpo se definen utilizando los términos latinos o griegos originales, aunque el uso corriente en los países de habla española utiliza términos más familiares. En cualquier caso, algunos de los términos originales se siguen utilizando tal y como aparecen en los libros de texto. Las imágenes de la lámina 1-1 muestran algunas de las principales regiones y zonas específicas del cuerpo humano que se utilizan comúnmente en anatomía y en entornos clínicos.


Frente
Mejilla
Nariz
Boca
Mentón
1
2
3
Axila
Mama
Brazo
4
Tronco
Ombligo
Antebrazo
5
6
Carpo (muñeca)
Dedo pulgar
Palma
Dedos de las manos
Ingle
Pubis
Muslo
Rótula
Pierna
Tarso
Pie
Dedos de los pies
Dedo gordo
A. Anterior
Oreja
Hombro
Dorso (espalda)
Región lumbar
Olécranon (dorso del codo)
Mano
Región glútea (nalga)
7
Región poplítea (dorso de la rodilla)
Pantorrilla
Talón
Planta
B. Posterior

1 Planos corporales y términos de relación

Las descripciones anatómicas hacen referencia a uno de los cuatro planos corporales que pasan a través del cuerpo humano en la posición anatómica. Los **cuatro planos** son los siguientes:

- El plano medio, también conocido como **plano sagital medio,** es un plano vertical que pasa por el centro del cuerpo, dividiéndolo en dos mitades iguales, derecha e izquierda.
- Los planos sagitales, excepto el plano sagital medio, son planos verticales paralelos al plano sagital medio y a menudo se denominan **planos parasagitales.**
- Los planos frontales, también conocidos como **planos coronales,** son planos verticales que pasan a través del cuerpo y lo dividen en secciones anteriores (frontales) y posteriores (dorsales).
- Los planos transversales, también conocidos como secciones transversales, horizontales o **planos axiales,** son planos que forman un ángulo recto con los planos sagitales y frontales y dividen el cuerpo en secciones superiores e inferiores.

Además, cuando los anatomistas o los médicos se refieren a derecha e izquierda, siempre se refieren al lado derecho o izquierdo de la persona o paciente al que nos estamos refiriendo, NO a nuestro lado derecho o izquierdo.

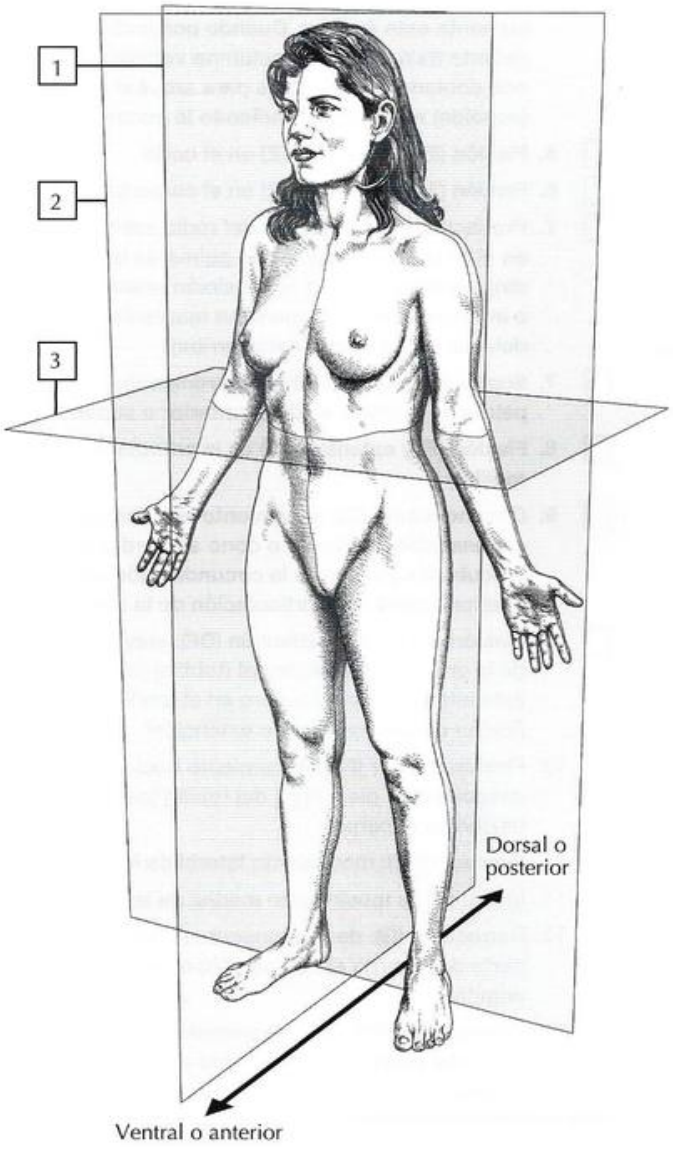
COLOREA los tres planos que se muestran en la figura usando diferentes colores.

- ☐ **1. Plano medio (sagital medio)**
- ☐ **2. Plano frontal**
- ☐ **3. Plano transversal**

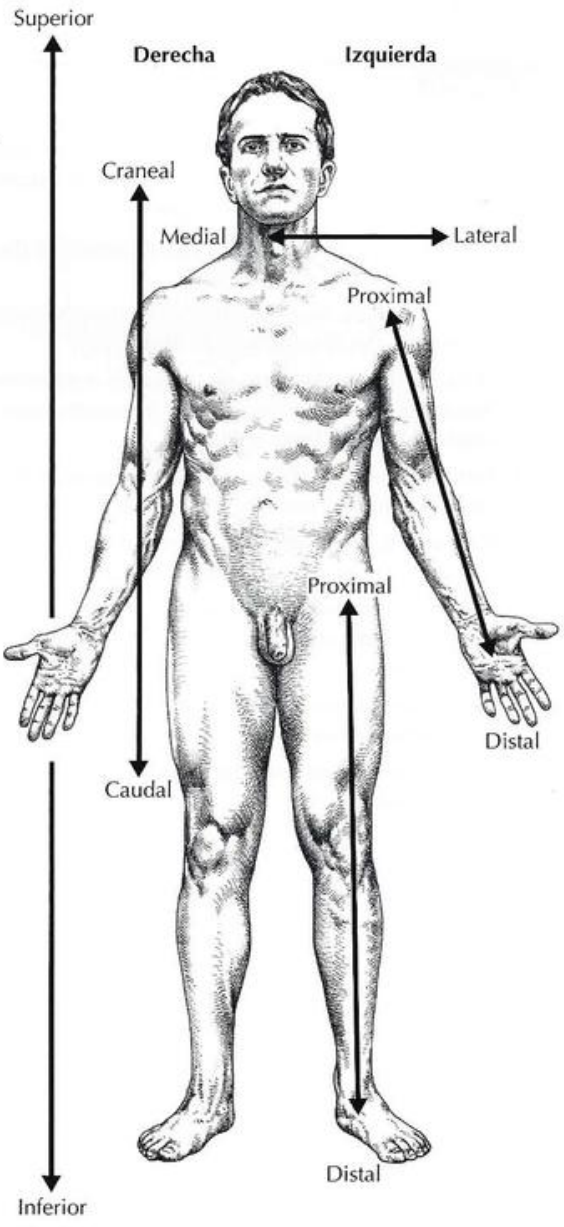
TÉRMINO	DESCRIPCIÓN
Anterior (ventral)	Más cerca de la frente
Posterior (dorsal)	Más cerca del dorso
Superior (craneal)	Hacia arriba o más cerca de la cabeza
Inferior (caudal)	Hacia abajo o más cerca de los pies
Medial	Hacia la línea media o plano medio
Lateral	Más alejado de la línea media o del plano medio
Proximal	Cerca de un punto de referencia
Distal	Alejado de un punto de referencia
Superficial	Cercano a la superficie
Profundo	Alejado de la superficie
Plano medio	Divide el cuerpo en mitades derecha e izquierda iguales
Plano sagital medio	Plano medio
Plano sagital	Divide el cuerpo en mitades derecha e izquierda desiguales
Plano frontal (coronal)	Divide el cuerpo en partes anterior y posterior iguales o desiguales
Plano transversal	Divide el cuerpo en partes superior e inferior iguales o desiguales (secciones transversales o secciones axiales)

Planos corporales y términos de relación

A. Planos corporales



B. Términos de relación

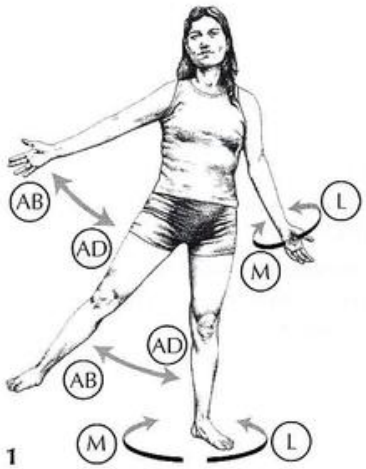


1 Movimientos

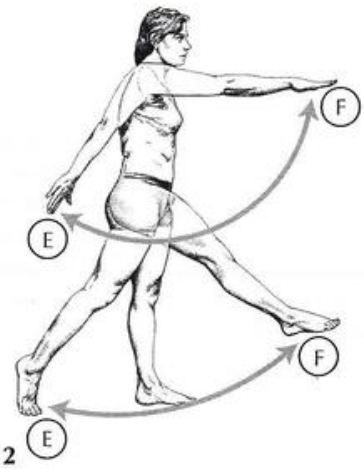
Los movimientos del cuerpo se producen en las articulaciones, los puntos de unión entre dos o más elementos esqueléticos adyacentes. En general, cuando nos referimos a los movimientos del cuerpo nos centramos en los movimientos que se producen alrededor de una articulación a partir de la contracción (acortamiento físico) de los músculos esqueléticos. Estas contracciones provocan el movimiento de un miembro, la inclinación de la columna vertebral, los movimientos finos de los dedos o la tensión de los pliegues (cuerdas) vocales para hablar (fonación). Por supuesto, en todo el cuerpo también se producen muchos otros tipos de movimientos, pero los movimientos principales sobre las articulaciones se destacan en la lista siguiente y están ilustrados.

COLOREA el círculo en las imágenes correspondientes al movimiento numerado en la lista siguiente, utilizando un color diferente para cada movimiento. Observa que la abreviatura del movimiento (p. ej., F = flexión) se muestra en el círculo y corresponde a la clave en la siguiente lista.

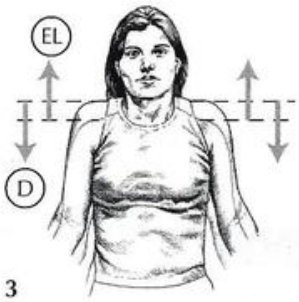
- ☐ 1. **Abducción (AB): movimiento de alejamiento de un punto central de referencia**
- ☐ 1. **Aducción (AD): movimiento hacia un punto central de referencia; lo contrario de abducción**
- ☐ 1. **Rotación lateral (L): giro de un hueso o miembro alrededor de su eje longitudinal lateralmente o alejándolo de la línea media**
- ☐ 1. **Rotación medial (M): opuesta a la rotación lateral; giro en sentido medial hacia la línea media**
- ☐ 2. **Flexión (F): por lo general, un movimiento que disminuye el ángulo de la articulación**
- ☐ 2. **Extensión (E): por lo general, un movimiento que aumenta el ángulo de la articulación; lo contrario de flexión**
- ☐ 3. **Elevación (EL): que eleva superiormente, como al encogerse de hombros**
- ☐ 3. **Descenso (D): movimiento de una parte del cuerpo inferiormente**
- ☐ 4. **Flexión (F) y extensión (E) de la columna (cuando se refiere a la columna vertebral, la flexión disminuye el ángulo entre los cuerpos vertebrales y la extensión aumenta este ángulo). Cuando nos inclinamos hacia delante flexionamos la columna vertebral, y cuando nos doblamos hacia atrás para arquear el dorso (espalda) estamos extendiendo la columna vertebral**
- ☐ 5. **Flexión (F) y extensión (E) en el codo**
- ☐ 6. **Flexión (F) y extensión (E) en el carpo (muñeca)**
- ☐ 7. **Pronación (P): la rotación del radio sobre el cúbito en el antebrazo hace que la palma de la mano se dirija posteriormente (en posición anatómica) o inferiormente (si la mano se mantenía hacia delante con la palma hacia arriba)**
- ☐ 7. **Supinación (S): opuesta a la pronación; hace que la palma de la mano se dirija anterior o superiormente**
- ☐ 8. **Flexión (F) y extensión (E) en la articulación de la rodilla**
- ☐ 9. **Circunducción (C): movimiento en el espacio que circunscribe un círculo o cono alrededor de una articulación (se ilustra la circunducción del miembro inferior a nivel de la articulación de la cadera)**
- ☐ 10. **Flexión dorsal o dorsiflexión (DF): eleva el pie a nivel de la articulación talocrural (tobillo) (similar a la extensión en el carpo, pero en el tobillo se denomina flexión dorsal en lugar de extensión)**
- ☐ 10. **Flexión plantar (FP): movimiento hacia abajo o descenso del pie a nivel del tobillo (similar a la flexión en el carpo)**
- ☐ 11. **Eversión (EV): movimiento lateral de la planta del pie**
- ☐ 11. **Inversión (I): movimiento medial de la planta del pie**
- ☐ 12. **Retracción (R): desplazamiento posterior de una parte del cuerpo sin un cambio en el movimiento angular**
- ☐ 12. **Protracción (PT): desplazamiento anterior de una parte del cuerpo sin un cambio en el movimiento angular**



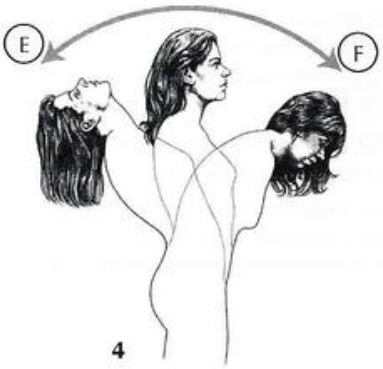
1



2



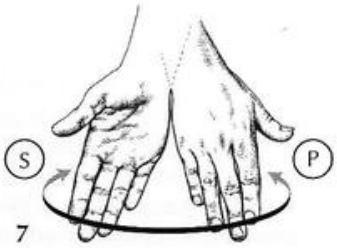
3



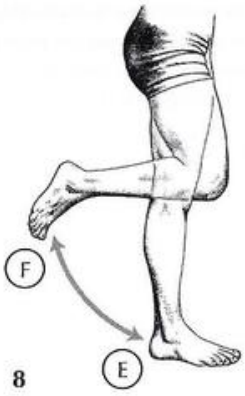
4

5

6

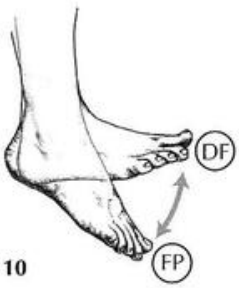


7

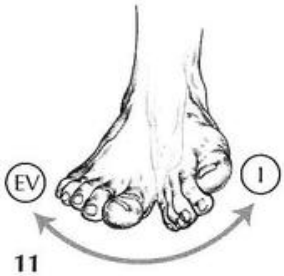


8

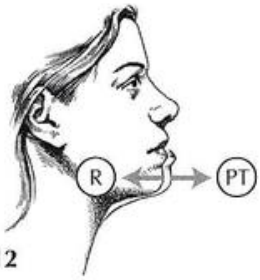
9



10



11



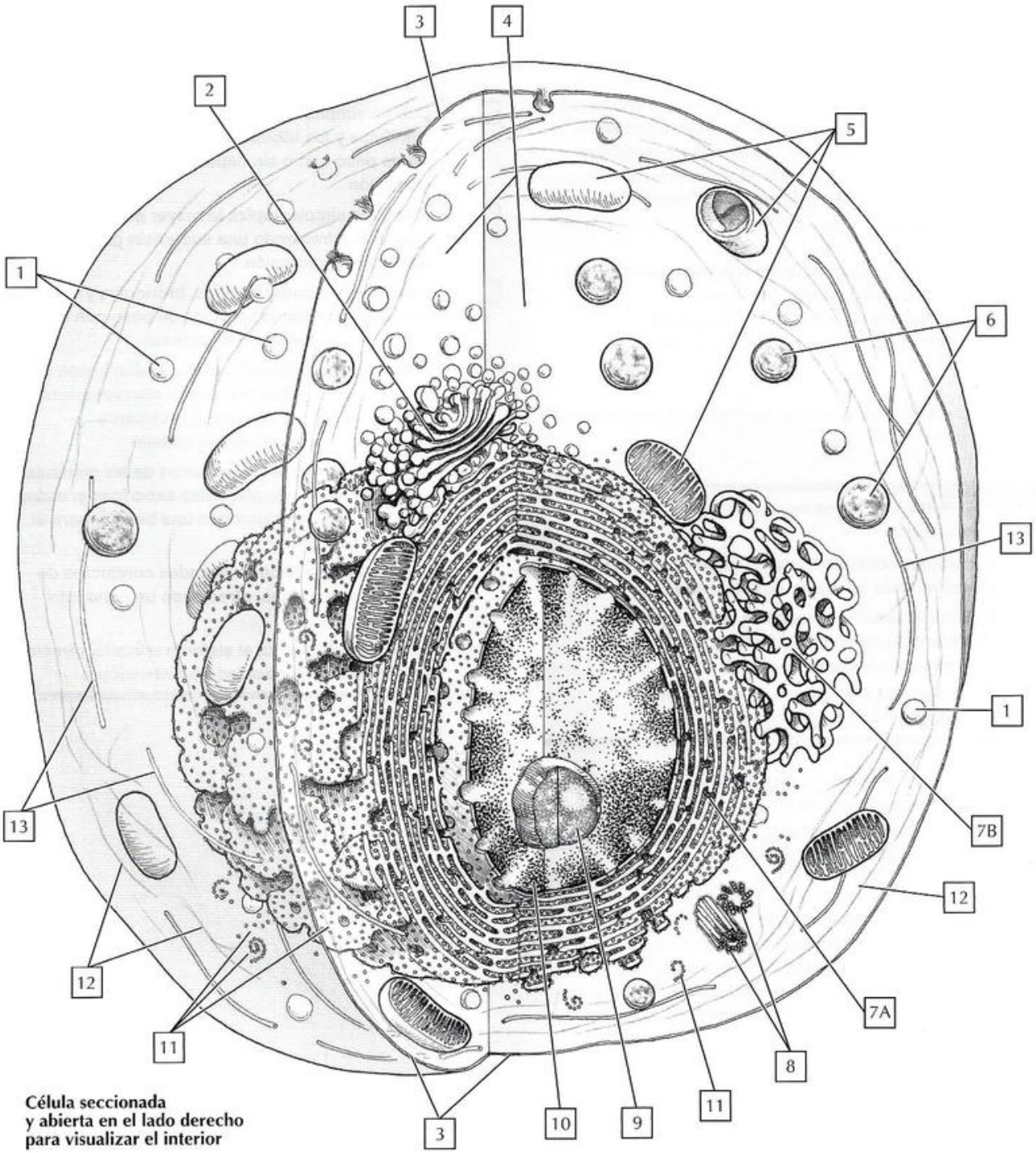
12

1 La célula

La célula es la unidad básica, estructural y funcionalmente, de todos los tejidos del cuerpo. Al igual que las personas, las células presentan muchas variedades diferentes, pero, también como las personas, casi todas las células comparten muchas estructuras internas básicas que denominamos orgánulos. Los orgánulos funcionan cooperativamente en una variedad de formas que permiten a la célula y los tejidos llevar a cabo sus funciones únicas. Dependiendo del tipo de célula, algunas contienen más de un tipo u otro de **orgánulo** o inclusión (a diferencia de los orgánulos, las inclusiones no están rodeadas por una membrana).

COLOREA cada uno de estos 13 componentes celulares, usando diferentes colores, observando su morfología y función.

- ☐ 1. **Peroxisomas: vesículas pequeñas que contienen enzimas que degradan el peróxido de hidrógeno y los ácidos grasos**
- ☐ 2. **Aparato de Golgi: pilas aplanadas de membranas que modifican y empaquetan proteínas y lípidos para uso intracelular o extracelular**
- ☐ 3. **Membrana plasmática: la membrana de la «célula», compuesta por una bicapa lipídica que actúa en la protección, secreción, absorción, sensibilidad, adhesión y soporte de la célula. La membrana plasmática también puede fusionarse con una vesícula secretora para liberar su contenido, la denominada exocitosis, o tomar sustancias extracelulares en un proceso denominado pinocitosis. La membrana también puede poseer receptores especializados a lo largo de su superficie**
- ☐ 4. **Citoplasma: la matriz acuosa de la célula por fuera del núcleo, que contiene iones inorgánicos, moléculas orgánicas, metabolitos intermedios, hidratos de carbono, proteínas, lípidos y ARN**
- ☐ 5. **Mitocondrias: producen ATP a través de la fosforilación oxidativa para producir energía. Las mitocondrias poseen una membrana externa y una membrana interna plegada**
- ☐ 6. **Lisosomas: vesículas que contienen enzimas digestivas**
- ☐ 7. **Retículo endoplásmico: red membranosa en el citoplasma, tachonada de ribosomas para la síntesis de proteínas (RE rugoso, 7A) o que carece de ribosomas y participa en la síntesis de lípidos y esteroides (RE liso, 7B)**
- ☐ 8. **Centríolos: inclusiones pares semejantes a haces esenciales para el movimiento de los cromosomas en la división celular**
- ☐ 9. **Nucléolo: condensación de ARN y proteínas dentro del núcleo**
- ☐ 10. **Núcleo celular: estructura rodeada de membrana (membranas interna y externa) que contiene cromosomas, enzimas y ADN. La membrana o envoltura nuclear está perforada por pequeños poros nucleares**
- ☐ 11. **Ribosomas: ARN y proteínas, tanto libres como unidos al RE rugoso. Los ribosomas participan en la síntesis de proteínas mediante la traducción de la proteína de codificación de aminoácidos bajo la dirección del ARNm**
- ☐ 12. **Microfilamentos: inclusiones que proporcionan resistencia y soporte a la célula**
- ☐ 13. **Microtúbulos: inclusiones que componen el citoesqueleto y ayudan en el transporte intracelular**



Célula seccionada
y abierta en el lado derecho
para visualizar el interior

1 Tejidos epiteliales

Las células epiteliales forman uno de los cuatro tipos de tejidos básicos que se encuentran en el cuerpo humano (los otros tres son el tejido conectivo, el tejido muscular y el tejido nervioso). Los epitelios cubren la superficie del cuerpo; tapizan las cavidades corporales, los conductos de los órganos y glándulas, los vasos y los órganos, y forman las porciones secretoras de las glándulas. Las células epiteliales adyacentes pueden formar uniones estrechas entre sus células y proporcionar una función de barrera; las células pueden participar en la absorción o la secreción y/o poseer la capacidad de dilatarse y extenderse a lo largo de una superficie expandida (el epitelio de revestimiento de la vejiga urinaria distendida). Los epitelios descansan sobre una membrana basal.

Los epitelios se clasifican de acuerdo al número de capas celulares que componen un tejido e incluyen:

- **Epitelio simple:** una capa de células de espesor
- **Epitelio estratificado:** dos o más capas de células de espesor

Además, los epitelios se describen según la forma de las células epiteliales individuales.

COLOREA los tres tipos de epitelio basándose en la forma celular:

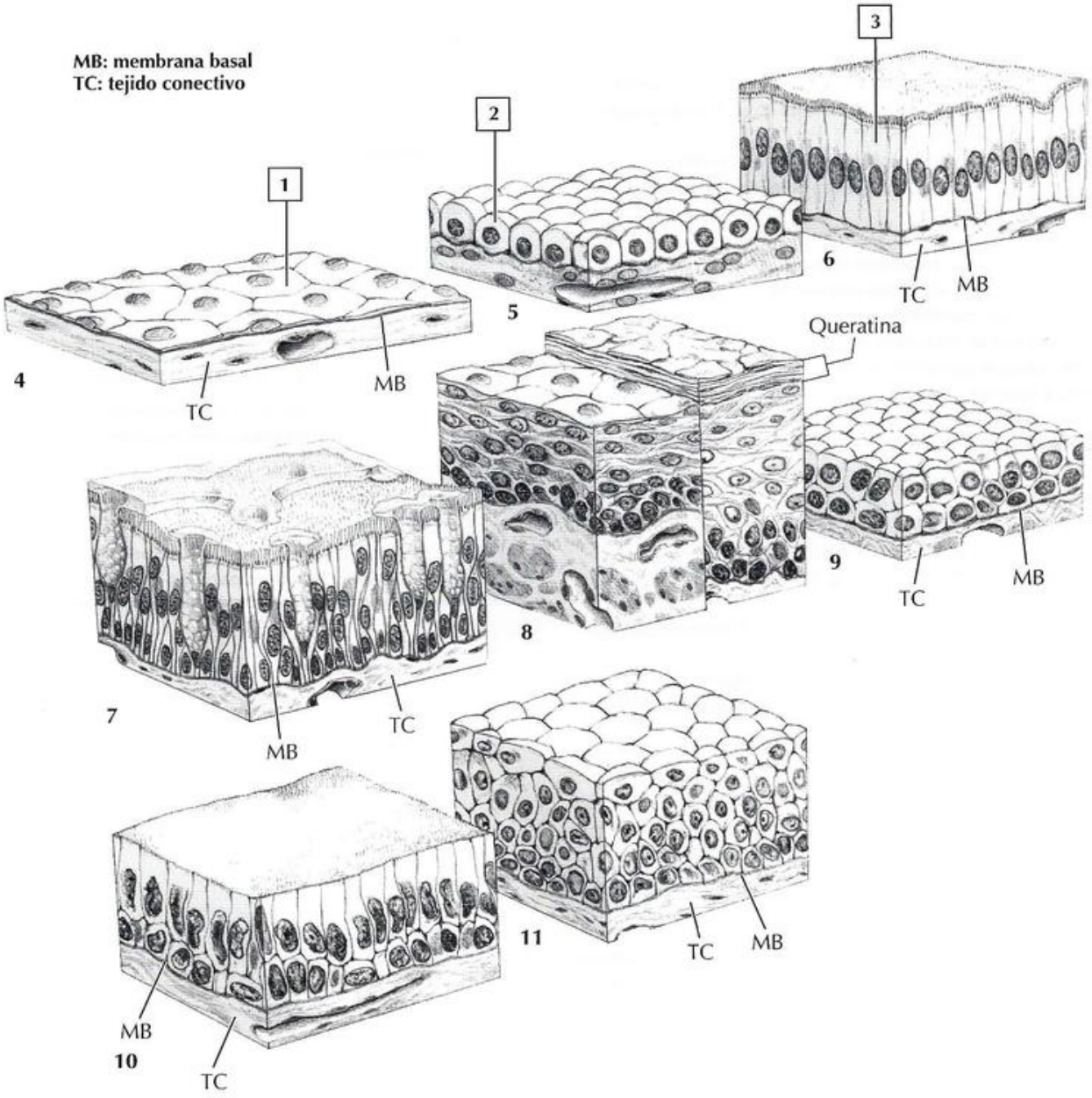
- ☐ **1. Escamoso: células planas, delgadas; la anchura de cada célula es mayor que su altura**
- ☐ **2. Cúbico: «cubos» de células; la anchura, la profundidad y la altura de cada célula son aproximadamente iguales**
- ☐ **3. Cilíndrico: células cilíndricas altas; la altura de cada célula es mayor que su anchura**

La combinación de las capas y formas celulares se organiza para dar seis tipos diferentes de epitelios, más dos tipos especializados denominados seudoestratificado y de transición, que dan un total de ocho tipos de epitelios.

Nota clínica:
En los adultos, los tipos más comunes de cáncer (neoplasia) se originan en células epiteliales y se denominan carcinomas. Los tumores pueden ser benignos o malignos y, por lo general, experimentan un cambio precanceroso descrito como displasia (desarrollo anormal) o metaplasia (transformación anormal).

COLOREA los ejemplos de los ocho tipos de epitelios típicamente observados en tejidos y órganos:

- ☐ **4. Escamoso simple: tapiza las cavidades corporales y los vasos, haciendo de barrera para el transporte o actuando como un sistema de intercambio, a menudo por simple difusión**
- ☐ **5. Cúbico simple: reviste los conductos de las glándulas y los túbulos renales, ofreciendo una vía de paso con o sin capacidad de absorción y secreción**
- ☐ **6. Cilíndrico simple: tapiza la mayor parte del sistema digestivo, ofreciendo una superficie para la absorción y secreción**
- ☐ **7. Seudoestratificado: tráquea, bronquios y conducto deferente, ofreciendo una vía de paso con o sin funciones de barrera o secretoras**
- ☐ **8. Escamoso estratificado: piel, cavidad bucal, esófago y vagina, ofreciendo una superficie protectora; la piel puede tener una capa protectora de queratina que recubre el epitelio**
- ☐ **9. Cúbico estratificado: conductos de las glándulas sudoríparas y otras glándulas exocrinas grandes, ofreciendo un conducto y/o una barrera para el transporte**
- ☐ **10. Cilíndrico estratificado: grandes conductos de glándulas exocrinas, ofreciendo un conducto y una barrera**
- ☐ **11. De transición: tapiza el sistema urinario, ofreciendo un conducto y capacidad de distensión**


MB: membrana basal
TC: tejido conectivo
1
2
3
4
5
6
TC
MB
Queratina
7
8
9
10
11

1 Tejidos conectivos

El tejido conectivo comprende un grupo diverso de células y tejidos especializados. Los tejidos conectivos funcionan para:

- Soporte
- Transporte
- Almacenamiento
- Defensa inmunitaria
- Termorregulación

Se reconocen dos grupos principales de tejidos conectivos:

- **Tejido conectivo propiamente dicho:** incluye los tejidos conectivos laxo y denso (organizados en una conformación regular o irregular)
- **Tejido conectivo especializado:** incluye el cartílago, el hueso, el tejido adiposo (grasa), el tejido hematopoyético, la sangre y la linfa

El tejido conectivo propiamente dicho incluye una variedad de tipos de células y de fibras entrelazadas en una sustancia fundamental que conforman una **matriz extracelular.** El **tejido conectivo laxo** se encuentra en gran parte bajo epitelios que recubren tanto la superficie del cuerpo como sus sistemas orgánicos internos. Junto con la piel, a menudo es la primera línea de defensa contra la infección. El **tejido conectivo denso** tiene muchas fibras, pero pocas células, e incluye tendones, ligamentos, la submucosa y las capas reticulares que ofrecen soporte.

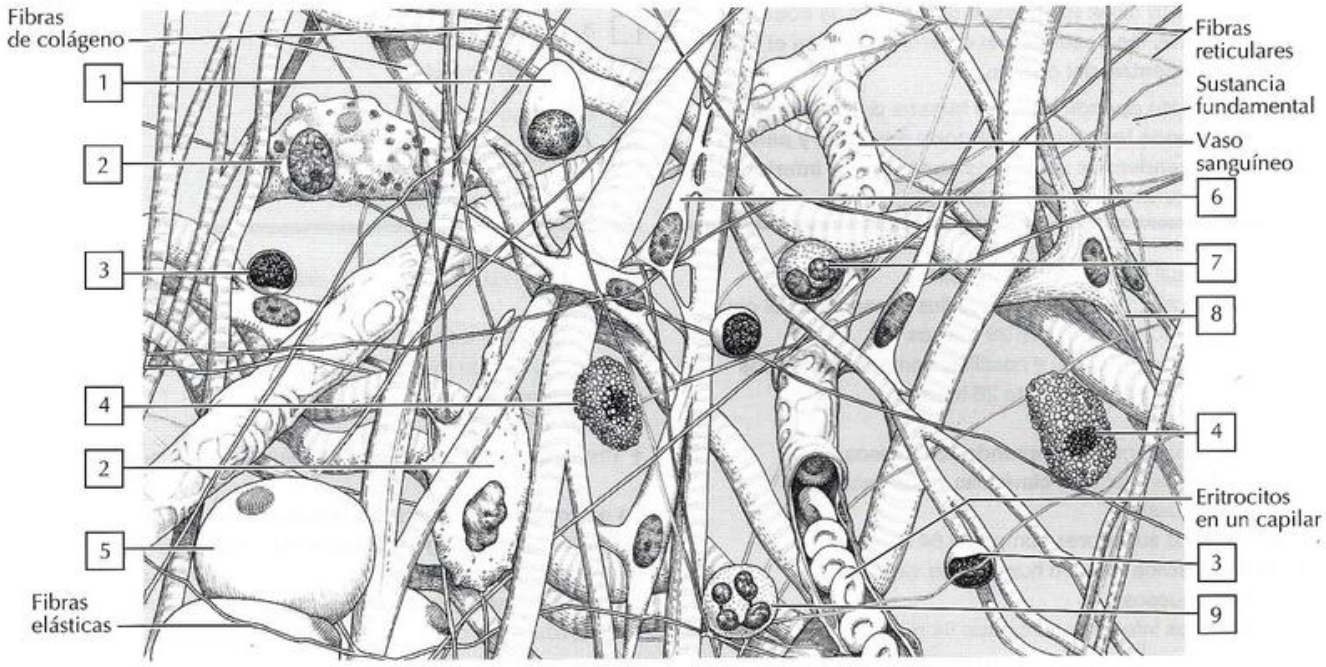
Entre los elementos fibrosos en el tejido conectivo se incluyen:

- **Fibras de colágeno:** numerosas en los tejidos conectivos; ofrecen flexibilidad y resistencia
- **Fibras elásticas:** fibras entretejidas que ofrecen flexibilidad y retienen su forma si se extienden
- **Fibras reticulares:** fibras delgadas de colágeno que proporcionan resistencia; son las menos frecuentes de los elementos fibrosos

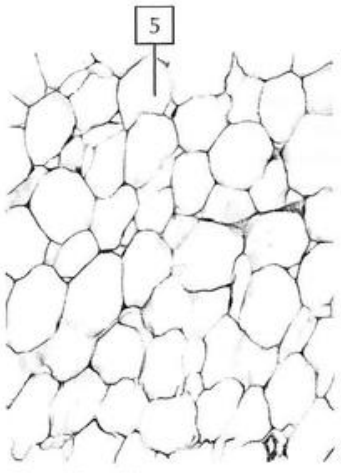
Nota clínica:
Los tumores de los tejidos conectivos se denominan sarcomas. Aunque hay más de 25 tipos diferentes de colágeno, los tipos I a IV son los más comunes. El tipo I representa el 90% del colágeno del cuerpo y es frecuente en la piel, los tendones de los músculos, los ligamentos y los huesos. El colágeno tipo II se encuentra en el cartílago. El colágeno tipo III se halla en el tejido conectivo laxo y forma una malla reticular laxa o andamio de soporte para los tejidos y órganos. El colágeno tipo IV se localiza en la membrana basal que soporta el epitelio.

COLOREA cada uno de los elementos celulares más frecuentes en el tejido conectivo, utilizando un color diferente para cada tipo, tal y como aparecen en las diferentes variedades de tejido conectivo:

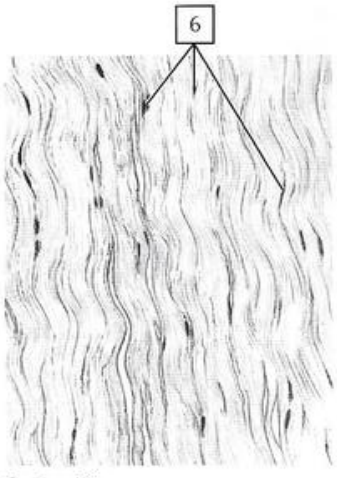
- ☐ **1. Células plasmáticas: secretan inmunoglobulinas y derivan de los linfocitos B**
- ☐ **2. Macrófagos: células fagocitarias (fagocitan patógenos y restos celulares) derivadas de monocitos en la sangre**
- ☐ **3. Linfocitos: las células principales del sistema inmunitario**
- ☐ **4. Mastocitos: responden rápidamente a desafíos inmunitarios y secretan potentes sustancias vasoactivas y quimiotácticas**
- ☐ **5. Adipocitos: almacenan y liberan triglicéridos según sea necesario para el cuerpo (células adiposas) y producen hormonas y factores de crecimiento**
- ☐ **6. Fibroblastos: células abundantes que sintetizan todos los elementos fibrosos y elaboran la matriz**
- ☐ **7. Eosinófilos: responden a los alérgenos y las infecciones parasitarias y son fagocitarios**
- ☐ **8. Miofibroblastos: pueden contraerse y funcionan de forma similar a los fibroblastos y las células del músculo liso**
- ☐ **9. Neutrófilos: responden a las lesiones y los desafíos inmunitarios y tienen capacidad fagocitaria**



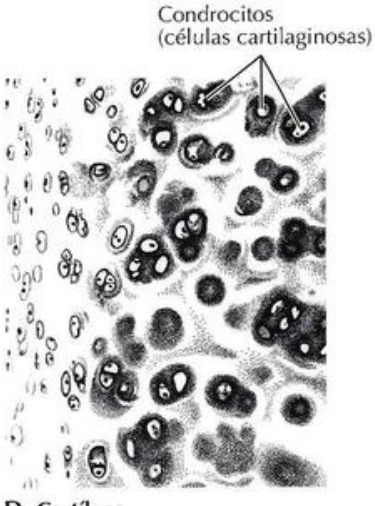
A. Tejido conectivo propiamente dicho



B. Tejido adiposo



C. Tendón



D. Cartílago

1 Esqueleto

El esqueleto humano se divide en dos regiones descriptivas: axial y apendicular.

COLOREA cada región del esqueleto de un color diferente para diferenciar una de otra:

- ☐ **1. Esqueleto axial: los huesos del cráneo, la columna vertebral, las costillas y el esternón (forman el «eje» o línea central del cuerpo)**
- ☐ **2. Esqueleto apendicular: los huesos de los miembros, incluyendo las cinturas pectoral (hombro) y pélvica (comprenden los miembros superiores e inferiores que se unen al esqueleto axial)**

El esqueleto axial comprende 80 huesos:
- Los huesos del cráneo y asociados (los huesecillos del oído y el hueso hioides) computan 29 huesos
- La caja torácica (esternón y costillas) computa 25 huesos
- La columna vertebral computa 26 huesos

El esqueleto apendicular comprende 134 huesos:
- La cintura escapular (dos clavículas y dos escápulas) computa 4 huesos
- Los miembros superiores computan 64 huesos
- La cintura pélvica (coxal o hueso de la cadera) computa 2 huesos
- Los miembros inferiores computan 64 huesos

El sistema esquelético está formado por un tejido conectivo vivo, dinámico y rígido que forma los huesos y cartílagos del esqueleto humano. Aunque digamos que el esqueleto tiene 214 huesos (incluyendo 8 huesos sesamoideos de las manos y los pies), en realidad este número puede variar algo. El cartílago se une a algunos huesos, especialmente donde es importante la flexibilidad, y cubre la mayoría de las superficies articulares de los huesos. Alrededor del 99% del calcio del cuerpo se almacena en los huesos, y muchos huesos poseen una cavidad central que contiene la médula ósea, una colección de células hematopoyéticas (que forman sangre). La mayoría de los huesos individuales se pueden clasificar en una de las cinco formas.

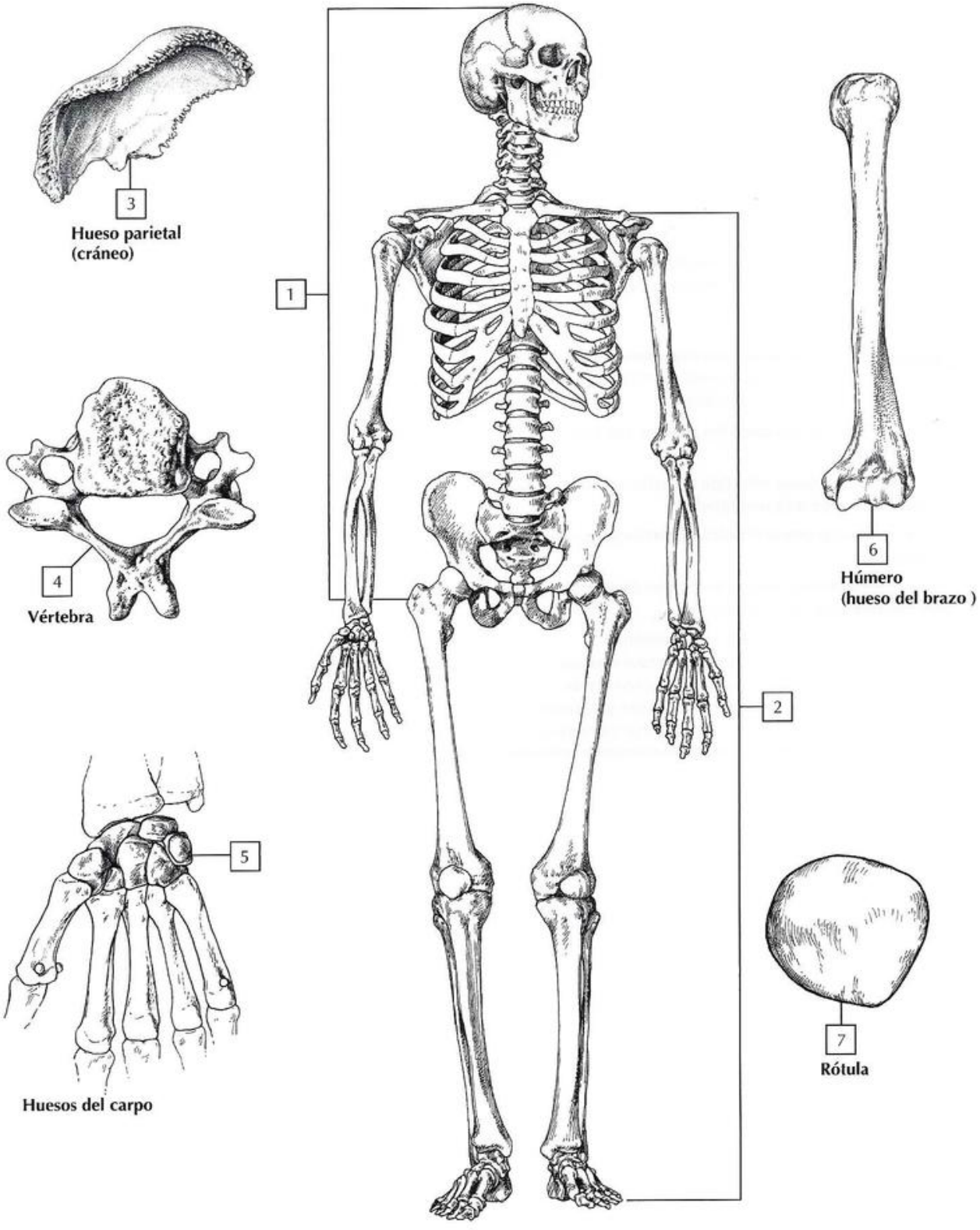
COLOREA utilizando un color diferente para cada forma los cinco tipos diferentes de huesos:

- ☐ **3. Hueso plano**
- ☐ **4. Hueso irregular**
- ☐ **5. Hueso corto**
- ☐ **6. Hueso largo**
- ☐ **7. Hueso sesamoideo**

Las funciones del sistema esquelético y los huesos son:
- Soporte
- Protección de tejidos u órganos vitales
- Proporcionar un mecanismo, junto con los músculos, para el movimiento
- Almacenamiento de calcio
- Proporcionar un suministro de células de la sangre

La mayoría de las superficies articulares del hueso están cubiertas por **cartílago hialino,** el tipo más común de cartílago. Un segundo tipo de cartílago es el **fibrocartílago,** que se encuentra donde se necesita más soporte (menisco de la articulación de la rodilla, discos intervertebrales entre los cuerpos de las vértebras). El tercer tipo de cartílago es el **cartílago elástico,** que se encuentra donde se requiere flexibilidad (oreja, epiglotis).

Nota clínica:
La osteoporosis (hueso poroso) es la enfermedad más común del hueso y es el resultado de un desequilibrio en la resorción y formación de hueso, lo que coloca a los huesos en gran riesgo de fractura. Aproximadamente 10 millones de estadounidenses (80% de ellos mujeres) sufren osteoporosis.


3
Hueso parietal
(cráneo)
1
4
Vértebra
6
Húmero
(hueso del brazo)
2
5
Huesos del carpo
7
Rótula

1 Articulaciones

Las articulaciones son uniones entre los huesos. En los seres humanos se identifican tres tipos de articulaciones:

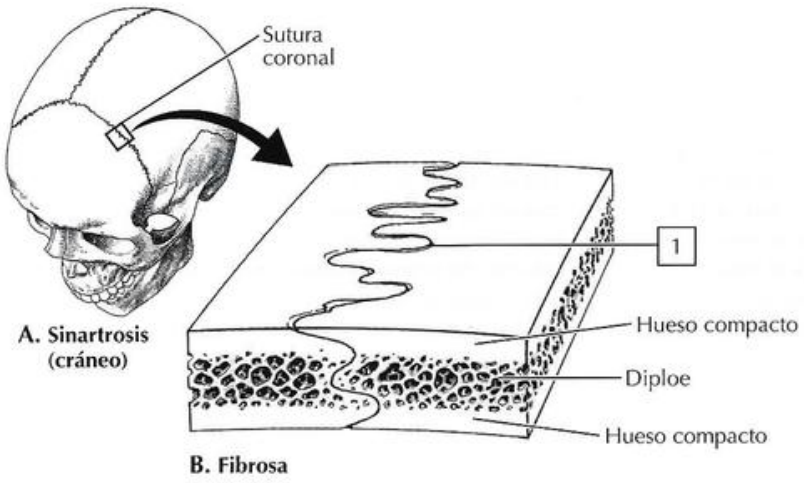
- **Fibrosas (sinartrosis):** huesos unidos por tejido conectivo fibroso (p. ej., las suturas de algunos huesos del cráneo, las conexiones fibrosas entre algunos huesos largos y las gonfosis [dientes en la mandíbula o maxilar])
- **Cartilaginosas (anfiartrosis):** huesos unidos bien por cartílago o bien por cartílago y tejido fibroso; incluyen los tipos primarios (placas epifisarias de los huesos en crecimiento) y secundarios (disco intervertebral entre vértebras adyacentes de la columna vertebral)
- **Sinoviales (diartrosis):** huesos unidos por una cavidad articular llena de líquido sinovial, rodeada por una cápsula articular, con el cartílago articular cubriendo las superficies opuestas

COLOREA las siguientes características de cada uno de los tres tipos principales de articulaciones:

- ☐ **1. Sutura: un tipo de articulación fibrosa que permite poco movimiento**
- ☐ **2. Membrana interósea: otro tipo de articulación fibrosa que permite algo de movimiento**
- ☐ **3. Placa epifisaria: una articulación cartilaginosa que es inmóvil**
- ☐ **4. Disco intervertebral: una articulación cartilaginosa que permite algo de movimiento**
- ☐ **5. Articulación sinovial: el tipo más común de articulación; permite una gama de movimientos (colorear la membrana fibrosa de la cápsula, la membrana sinovial, el cartílago articular y la cavidad articular sinovial, cada una con un color diferente)**

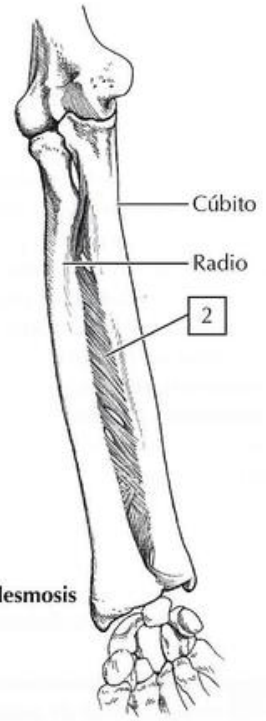
Generalmente, cuanto más movimiento se produce en una articulación, más vulnerable es a la lesión o luxación. Las articulaciones que permiten poco o ningún movimiento ofrecen mayor soporte y resistencia.

Nota clínica:
La artrosis se caracteriza por la pérdida progresiva de cartílago articular y el fracaso de la reparación. Puede afectar a cualquier articulación sinovial, pero afecta con más frecuencia a las del pie, la cadera, la columna vertebral y la mano. Una vez que el cartílago articular se degrada y se pierde, las superficies óseas expuestas, el denominado hueso subcondral (debajo del cartílago), rozan una contra otra, sufriendo cierta remodelación, y con frecuencia causan un dolor significativo.

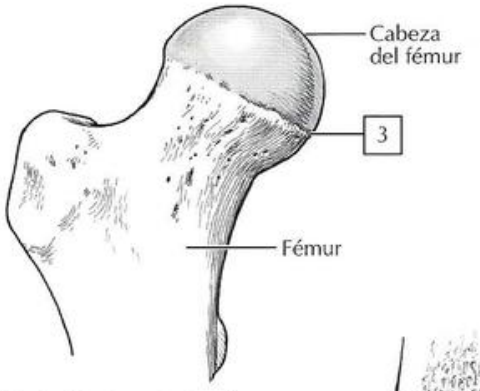


A. Sinartrosis (cráneo)

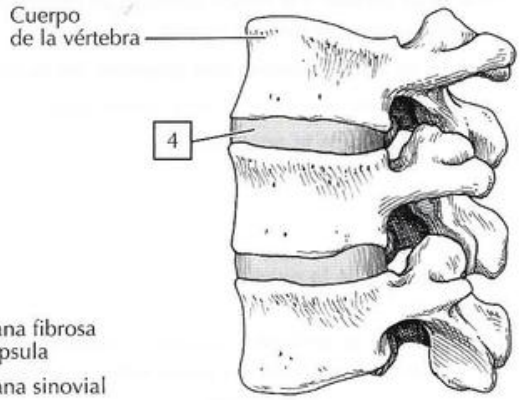
B. Fibrosa



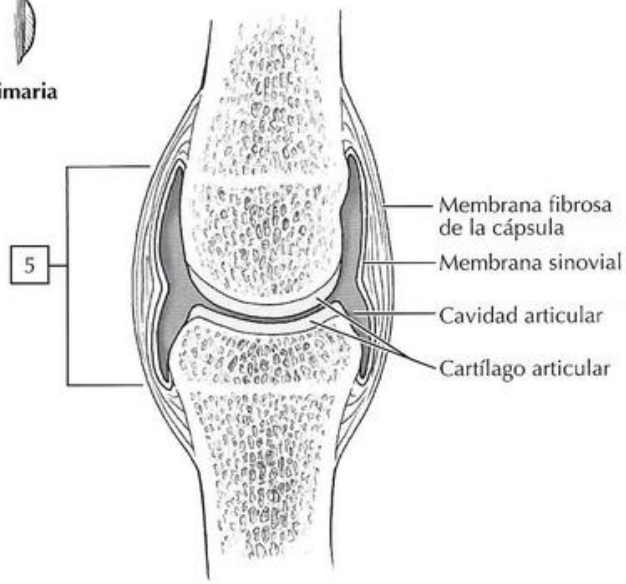
C. Sindesmosis



D. Cartilaginosa primaria



F. Cartilaginosa secundaria



E. Articulación sinovial

1 Articulaciones sinoviales

Generalmente, las articulaciones sinoviales ofrecen un movimiento considerable. Se clasifican de acuerdo con su forma y el tipo de movimiento que permiten (uniaxiales, biaxiales o multiaxiales; movimientos en uno, dos o múltiples planos, respectivamente). Los seis tipos de articulaciones sinoviales son:

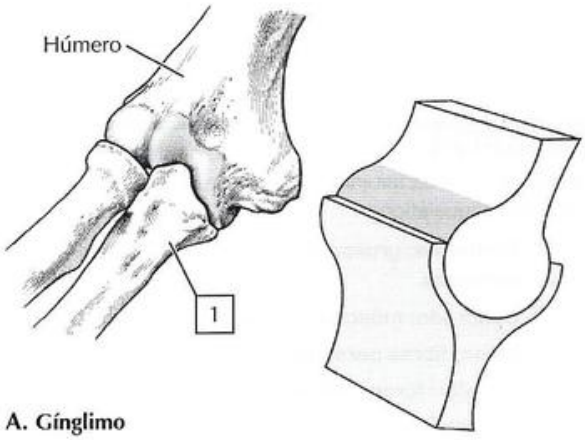
- **Gínglimo (tróclea):** articulaciones uniaxiales que permiten la flexión y extensión, similares a la articulación del codo
- **Trocoide:** articulaciones uniaxiales que permiten la rotación, similares a la articulación entre el atlas y el axis (las dos primeras vértebras cervicales) que gira de un lado a otro como cuando se mueve la cabeza para indicar «no»
- **En silla de montar:** articulación biaxial para la flexión, extensión, abducción, aducción y circunducción, similar a la articulación en la base del pulgar (articulación carpometacarpiana del pulgar)
- **Condílea (elipsoide):** articulación biaxial para la flexión, extensión, abducción, aducción y circunducción, similar a las articulaciones de los dedos
- **Plana (deslizamiento):** articulación para un movimiento simple de deslizamiento, similar a la articulación del hombro entre la clavícula y la escápula (articulación acromioclavicular)
- **Esferoidea:** articulación multiaxial para la flexión, extensión, abducción, aducción, rotación medial y lateral y circunducción, similar a la articulación de la cadera

COLOREA el hueso distal de cada articulación, ya que normalmente se somete a la mayor cantidad de movimiento cuando la articulación sinovial se mueve:

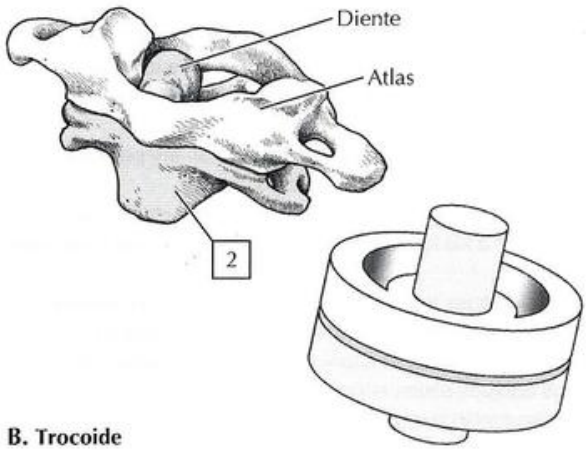
- ☐ **1. Cúbito de la articulación tipo *gínglimo* del codo**
- ☐ **2. Axis de la articulación *trocoide* atlantoaxial**
- ☐ **3. Metacarpiano de la articulación en *silla de montar* del pulgar**
- ☐ **4. Tibia de la articulación *condílea* de la rodilla**
- ☐ **5. Fémur de la articulación *esferoidea* de la cadera: el acetábulo de la pelvis forma la «copa» de este conjunto**
- ☐ **6. Escápula de la articulación *plana* acromioclavicular en el hombro: articulación plana entre el acromion de la escápula y la clavícula**

Dentro de la cavidad articular hay una pequeña cantidad de **líquido sinovial,** un filtrado de la sangre que fluye en los capilares de la membrana sinovial, que lubrica la articulación. Este líquido tiene la consistencia de la albúmina (clara de huevo). Como los músculos pasan por encima de una articulación, sus tendones pueden ser amortiguados por un saco fibroso denominado **bolsa sinovial,** que está tapizado por una membrana sinovial y contiene una pequeña cantidad de líquido sinovial. Estas «bolsas» llenas de líquido amortiguan el tendón cuando se desliza sobre el hueso y actúa como un cojinete de bolas para reducir algo la fricción. Los seres humanos tienen más de 150 bolsas en diferentes localizaciones en el tejido subcutáneo en relación con los tendones, los huesos y las articulaciones en los sitios donde la amortiguación ayuda a proteger el tendón.

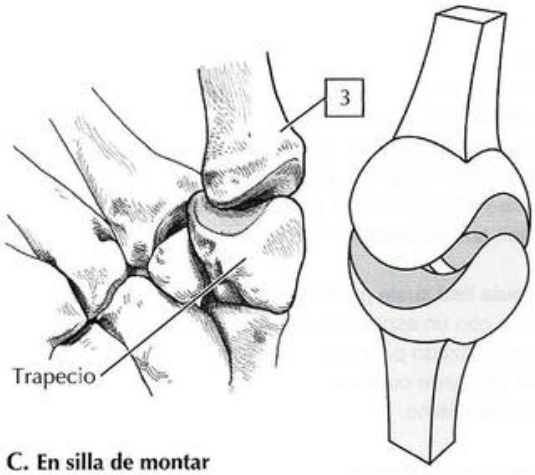
Nota clínica:
El movimiento en la articulación puede provocar inflamación de los tendones que rodean la articulación e inflamación secundaria de las bolsas sinoviales **(bursitis)** que amortiguan la articulación y el tendón. Esta inflamación es dolorosa y puede conducir a un aumento significativo en la cantidad de líquido sinovial de la bolsa sinovial.



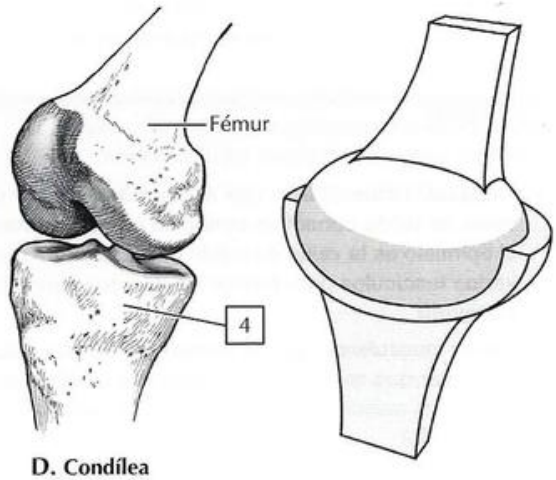
A. Gínglimo



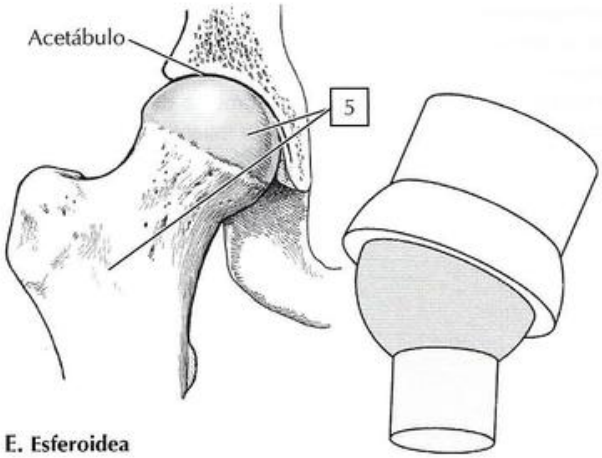
B. Trocoide



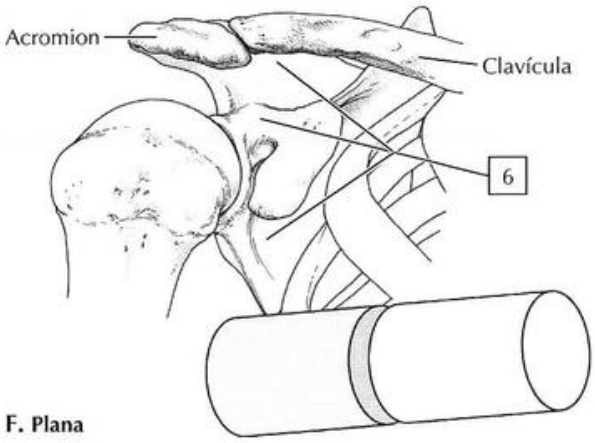
C. En silla de montar



D. Condílea



E. Esferoidea



F. Plana

1 Músculo

Las células (fibras) musculares producen contracciones (acortan la longitud) que provocan movimientos, mantienen la postura, producen cambios en la forma o mueven líquidos a través de los tejidos u órganos huecos. Hay tres tipos diferentes de músculos:

- **Esquelético:** fibras estriadas que se unen a los huesos y son responsables de los movimientos del esqueleto en sus articulaciones
- **Cardíaco:** fibras estriadas que conforman las paredes del corazón
- **Liso:** fibras no estriadas que recubren diferentes órganos, se adhieren a los folículos pilosos y recubren los vasos sanguíneos

Las contracciones musculares se producen en respuesta a la estimulación nerviosa en las uniones neuromusculares, a la estimulación paracrina (por la liberación localizada de diversos agentes estimulantes) en el entorno local del músculo y a la estimulación endocrina (a través de hormonas) (v. lámina 11-1).

El **músculo esquelético** se divide en haces o fascículos. Estos fascículos se componen de fibras. Las fibras se componen de miofibrillas, y las miofibrillas contienen miofilamentos.

COLOREA los elementos del músculo esquelético, utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **1. Fascículos musculares: que están rodeados por una vaina de tejido conectivo conocida como perimisio; el epimisio es la vaina de tejido conectivo que rodea varios fascículos para formar un «vientre» muscular completo**
- ☐ **2. Fibras musculares: que se componen de una célula muscular que es un sincitio porque es multinucleada (las fibras musculares están rodeadas por el endomisio)**
- ☐ **3. Miofibrillas musculares: que están orientadas longitudinalmente y se extienden a todo lo largo de la fibra muscular**
- ☐ **4. Miofilamentos musculares: que son filamentos individuales de miosina (filamentos gruesos) y actina (filamentos finos) que se deslizan unos sobre otros durante la contracción muscular**

El músculo esquelético mueve los huesos a nivel de las articulaciones y posee un **origen** (la parte fija o la inserción proximal del músculo) y una **inserción** (la parte móvil o la inserción distal del músculo). A nivel macroscópico, la forma del músculo permite a los anatomistas clasificarlos.

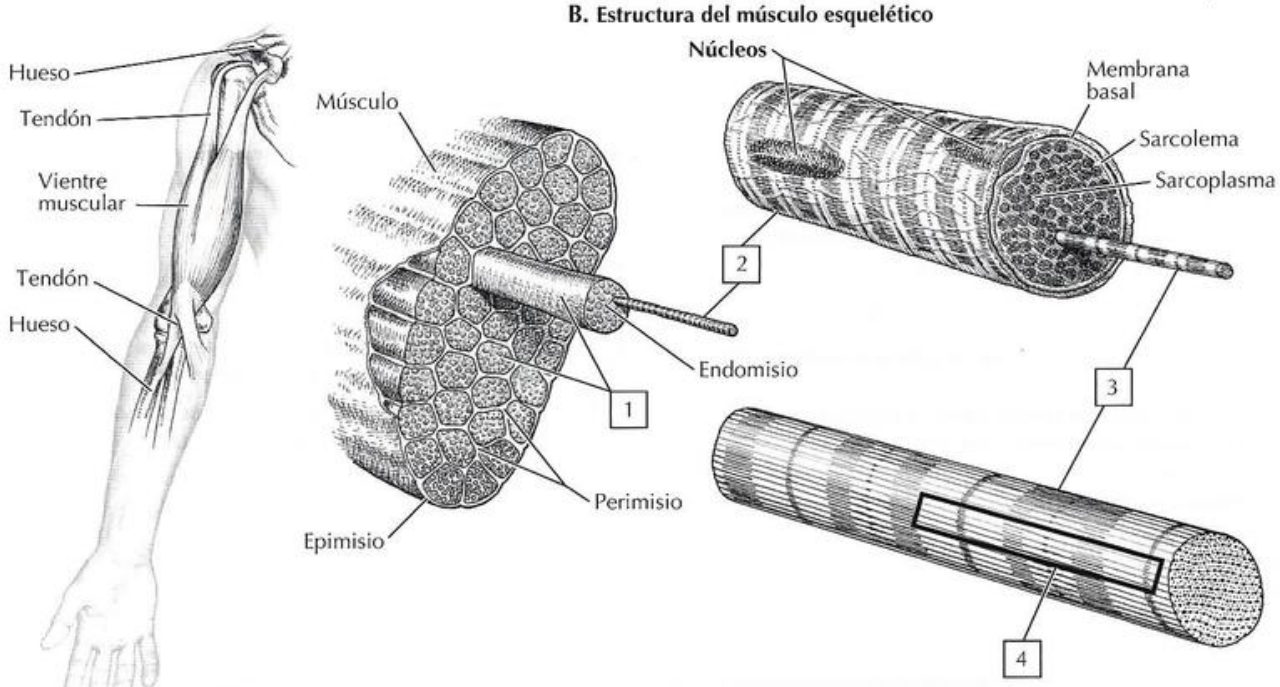
COLOREA cada una de las cinco conformaciones diferentes que caracterizan el aspecto macroscópico del músculo esquelético.

- ☐ **5. Fusiforme: grueso en el centro y estrecho en los extremos**
- ☐ **6. Cuadrado: músculo de cuatro lados**
- ☐ **7. Plano: fibras paralelas**
- ☐ **8. Circular: forma esfínteres que cierran los tubos**
- ☐ **9. Penniforme: con apariencia de pluma (formas unipenniforme, bipenniforme o multipenniforme)**

El **músculo cardíaco** tiene miofilamentos dispuestos de manera similar al músculo esquelético, pero también posee otras características estructurales que lo distinguen del músculo esquelético. Por otra parte, el músculo cardíaco tiene propiedades contráctiles únicas, como una contracción rítmica intrínseca y características especializadas de conducción que coordinan su contracción.

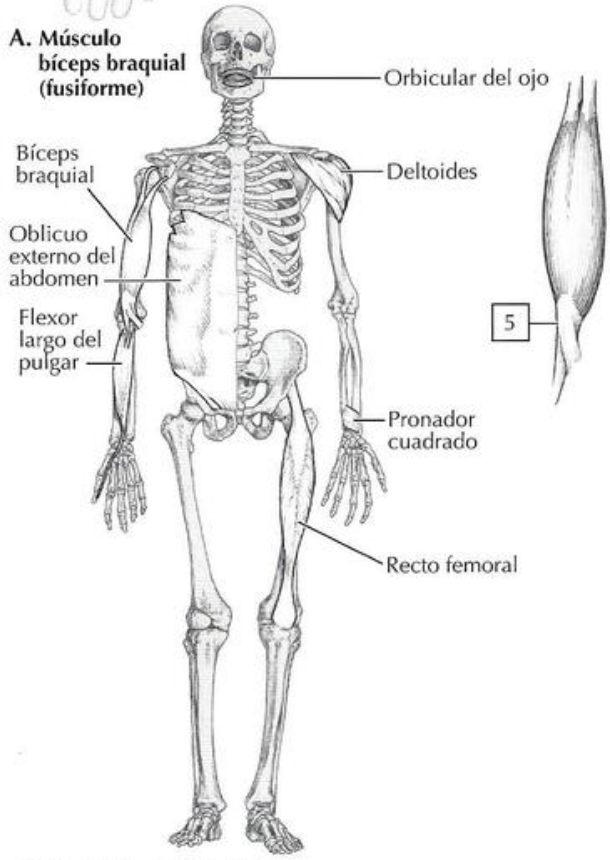
El **músculo liso** suele presentarse en haces o láminas de células alargadas con un aspecto fusiforme o acintado. El músculo liso está especializado para una contracción lenta y prolongada y también se puede contraer de una forma ondulada conocida como peristaltismo.

En general, el músculo esquelético no sufre mitosis y responde a un aumento de la demanda mediante hipertrofia (aumento de tamaño pero no del número de células). El músculo cardíaco normalmente no sufre mitosis y responde a un aumento de la demanda mediante hipertrofia. El músculo liso puede experimentar mitosis y responde a un aumento de la demanda mediante hipertrofia e hiperplasia (aumento del número de células). También tiene capacidad de regeneración.

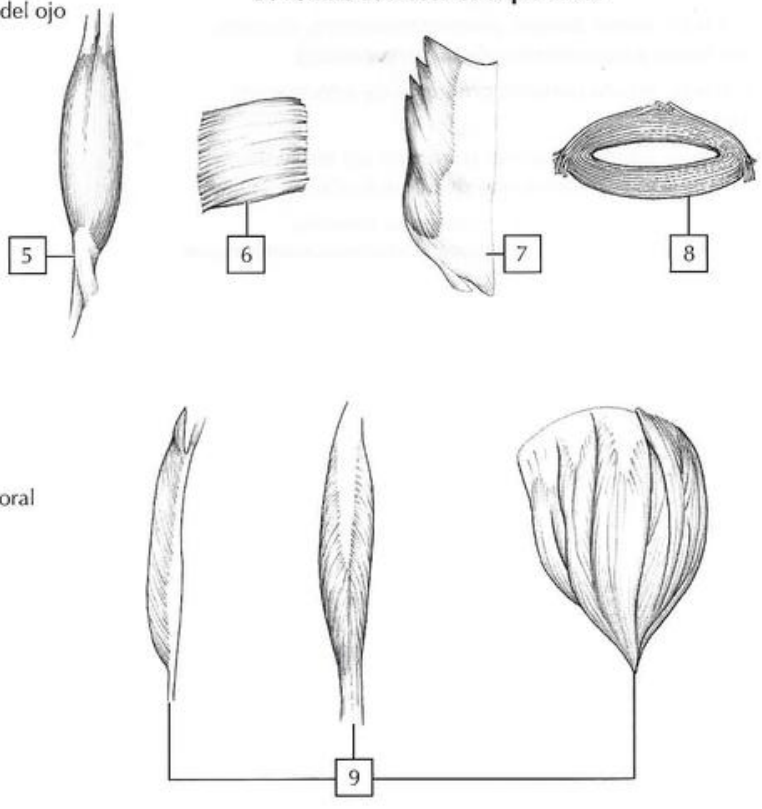


A. Músculo bíceps braqual (fusiforme)

B. Estructura del músculo esquelético



C. Ejemplos de diferentes formas de músculos



D. Formas de músculos esqueléticos

1 Sistema nervioso

El sistema nervioso integra y regula muchas actividades del cuerpo, a veces en lugares concretos (objetivos específicos) y a veces más globalmente. El sistema nervioso suele actuar muy rápidamente y también puede modular los efectos de los sistemas endocrino e inmunitario.

El sistema nervioso se compone de dos divisiones estructurales:
- **Sistema nervioso central (SNC)** (encéfalo y médula espinal)
- **Sistema nervioso periférico (SNP)** (nervios somáticos, autónomos y entéricos en la periferia)

El encéfalo incluye:
- **Corteza cerebral:** centro superior para el procesamiento sensitivo y motor
- **Diencéfalo:** incluye el tálamo (relevo y procesamiento) y el hipotálamo (emociones, control autónomo y producción de hormonas)
- **Cerebelo:** coordina las actividades motoras precisas y procesa la posición muscular
- **Tronco del encéfalo (mesencéfalo, puente y médula oblongada):** conduce información motora y sensitiva e interviene en importantes funciones autónomas

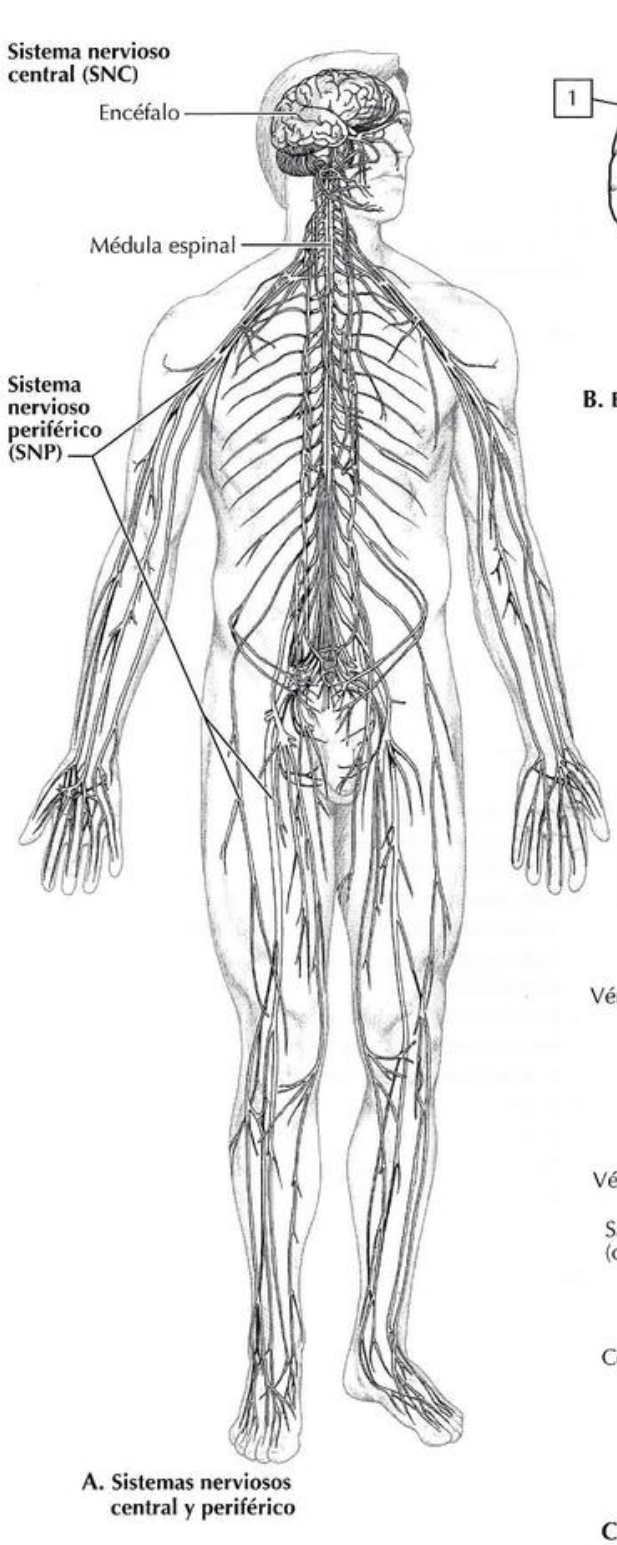
COLOREA las subdivisiones de la corteza cerebral, utilizando un color diferente para cada lóbulo:

- ☐ **1. Corteza, lóbulo frontal: procesos motores, visuales, del habla y modalidades de la personalidad**
- ☐ **2. Corteza, lóbulo parietal: procesos de información sensitiva**
- ☐ **3. Corteza, lóbulo temporal: procesos del lenguaje, la audición y modalidades de la memoria**
- ☐ **4. Corteza, lóbulo occipital: procesos visuales**

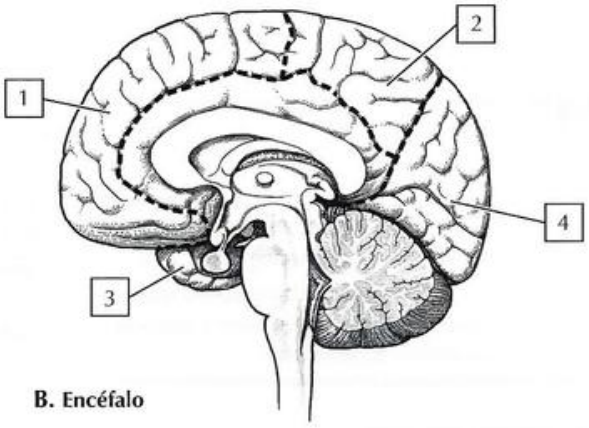
Los **nervios periféricos** se originan en la médula espinal y forman redes nerviosas; cada red se denomina **plexo.** Los 31 pares de nervios espinales contribuyen a cuatro plexos nerviosos principales.

COLOREA los cuatro plexos nerviosos principales formados por los nervios espinales, utilizando un color diferente para cada plexo:

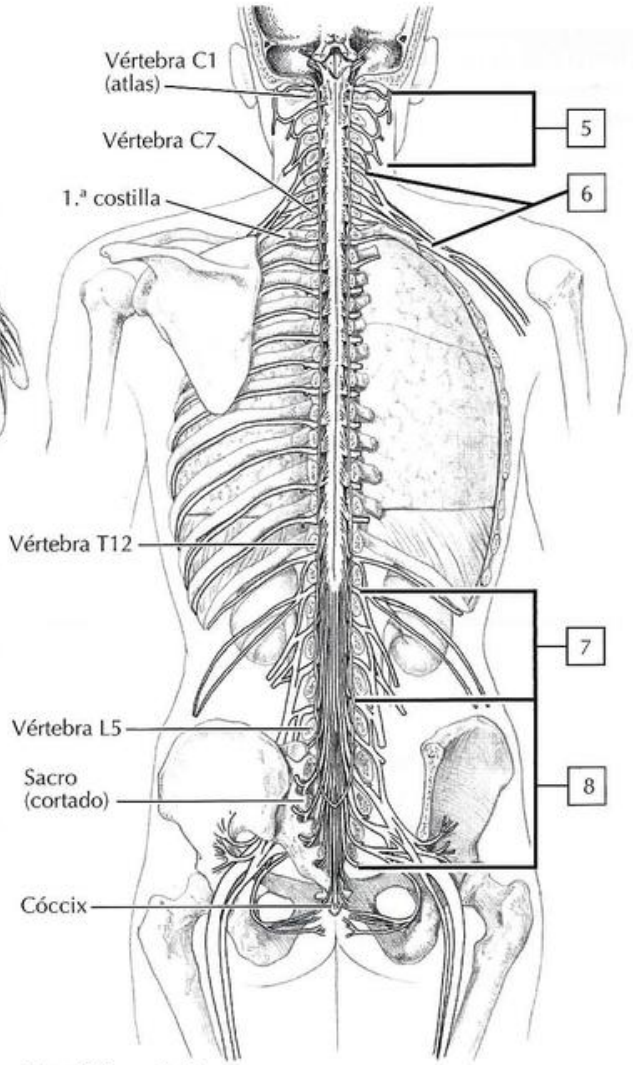
- ☐ **5. Plexo cervical: inerva principalmente los músculos del cuello**
- ☐ **6. Plexo braquial: inerva en gran parte los músculos del hombro y el miembro superior**
- ☐ **7. Plexo lumbar: inerva en general los músculos de la parte anterior y medial del muslo**
- ☐ **8. Plexo lumbosacro: inerva principalmente los músculos de la nalga, la pelvis, el periné y el miembro inferior**



A. Sistemas nerviosos central y periférico



B. Encéfalo



C. Médula espinal y nervios espinales

1 Piel (integumento)

La piel es el órgano más grande del cuerpo; representa alrededor del 15-20% de la masa corporal total. La piel consta de dos capas: la epidermis y la dermis.

COLOREA las claves que delimitan las dos capas de la piel, utilizando dos colores diferentes:

- ☐ **1. Epidermis: una capa protectora externa que consiste en un epitelio escamoso estratificado queratinizado derivado del ectodermo embrionario**
- ☐ **2. Dermis: una capa de tejido conectivo denso que da a la piel la mayor parte de su espesor y soporte y deriva del mesodermo embrionario**

La epidermis en sí misma consta de cuatro capas.

COLOREA las cuatro capas de la epidermis, enumeradas a continuación de más externa a más interna, utilizando colores diferentes a los utilizados anteriormente:

- ☐ **3. Capa córnea: una capa de células anucleadas que es gruesa y contiene células aplanadas llenas casi en su totalidad con filamentos de queratina**
- ☐ **4. Capa granulosa: una capa de una a tres células de espesor cuyas células contienen gránulos de queratohialina que contienen una proteína que agregará los filamentos de queratina de la capa siguiente**
- ☐ **5. Capa espinosa: formada por varias capas de células de espesor y compuesta por células con prolongaciones citoplasmáticas, que se pierden a medida que ascienden hacia la superficie de la piel**
- ☐ **6. Capa basal: una sola capa de células germinales que es mitóticamente activa y proporciona células a las capas superficiales a ella**

La epidermis se renueva mediante células de la capa basal que ascienden a través de la piel hacia la superficie.

La dermis se divide en una capa papilar y una reticular y contiene apéndices cutáneos de la epidermis. Las papilas dérmicas se extienden hasta el lado inferior de la epidermis y aumentan el área de unión de la epidermis a la capa dérmica subyacente. La dermis reticular es más profunda y más gruesa y menos celular que la capa papilar. En la profundidad de la dermis y el tejido subcutáneo se encuentran derivaciones arteriovenosas que participan en la termorregulación, junto con las glándulas sudoríparas.

COLOREA los apéndices cutáneos epidérmicos que se encuentran en la capa dérmica:

- ☐ **7. Glándulas sebáceas**
- ☐ **8. Folículos pilosos**
- ☐ **9. Glándulas sudoríparas (varios tipos)**

Además, la dermis contiene capilares, receptores especializados y nervios, células pigmentarias (melanocitos), células inmunitarias y músculo liso (músculos erectores del pelo unidos a los folículos pilosos).

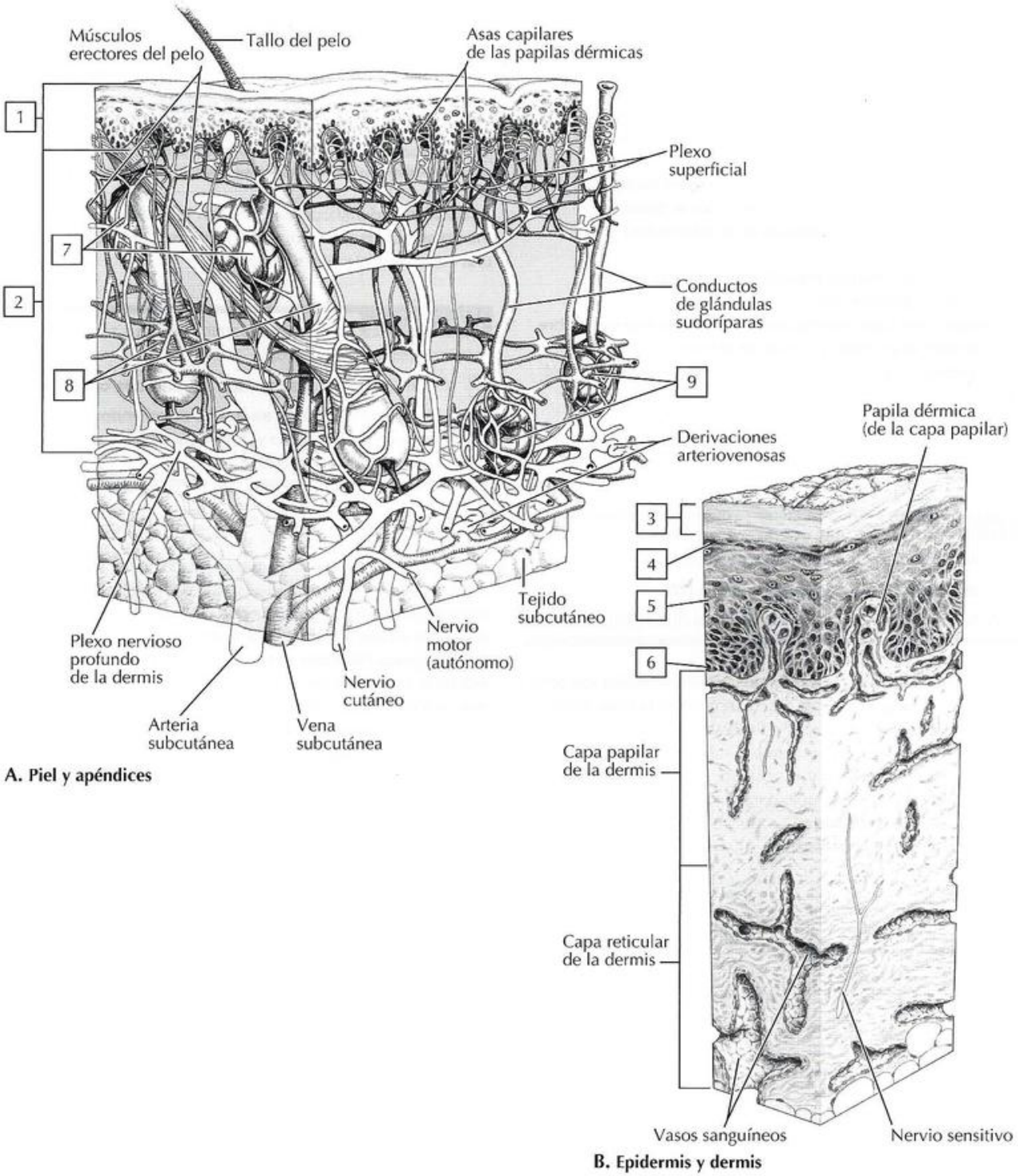
Si lo deseas, colorea también las pequeñas arterias y venas de color rojo y azul, respectivamente, y una fibra nerviosa de amarillo. **Ten en cuenta que a partir de este punto las arterias siempre se colorearán de rojo, las venas de azul y los nervios de amarillo.**

Debajo de la dermis se encuentra una capa de tejido conectivo laxo, la hipodermis o tejido subcutáneo (fascia superficial), de espesor variable, que a menudo contiene una cantidad significativa de células adiposas (grasa).

Las funciones de la piel son:

- Protección, mediante respuestas tanto a la abrasión mecánica como inmunitaria
- Regulación de la temperatura, a través de la vasodilatación o vasoconstricción, y mediante la actividad de las glándulas sudoríparas (evaporación del agua como un mecanismo de enfriamiento)
- Sensibilidad, a través del tacto (mecanorreceptores como los corpúsculos de Pacini y de Meissner), dolor (nociceptores) y receptores de temperatura (termorreceptores)
- Endocrina, a través de la secreción de hormonas, citoquinas y factores de crecimiento
- Exocrina, a través de la secreción de sudor de las glándulas sudoríparas y de sebo aceitoso de las glándulas sebáceas

Nota clínica:
La psoriasis es una enfermedad inflamatoria crónica de la piel que afecta aproximadamente al 1-3% de la población y se caracteriza por placas rojas definidas, cubiertas con una escama superficial de la epidermis descamada.


Músculos erectores del pelo
Tallo del pelo
Asas capilares de las papilas dérmicas
1
7
2
8
Plexo superficial
Conductos de glándulas sudoríparas
9
Derivaciones arteriovenosas
Tejido subcutáneo
Plexo nervioso profundo de la dermis
Nervio motor (autónomo)
Nervio cutáneo
Arteria subcutánea
Vena subcutánea
A. Piel y apéndices
Papila dérmica (de la capa papilar)
3
4
5
6
Capa papilar de la dermis
Capa reticular de la dermis
Vasos sanguíneos
Nervio sensitivo
B. Epidermis y dermis

1 Cavidades corporales

Los sistemas de órganos y otras estructuras viscerales a menudo están separados en el interior de las cavidades corporales. Estas cavidades pueden proteger las vísceras y también pueden permitir cierta expansión y contracción en el tamaño. Existen dos grandes conjuntos de cavidades corporales:

- **Cavidades dorsales:** incluyen el encéfalo, rodeado por las meninges y el cráneo óseo, y la médula espinal, rodeada por las mismas meninges que el encéfalo y también rodeada por la columna vertebral
- **Cavidades ventrales:** incluyen las cavidades **torácica** y **abdominopélvica,** separadas entre sí por el diafragma (músculo esquelético importante en la respiración)

El SNC (encéfalo y médula espinal) está rodeado por tres membranas (v. lámina 4-18):

- **Piamadre:** una capa interna delicada transparente que cubre íntimamente el encéfalo y la médula espinal
- **Aracnoides:** una membrana fina en forma de red por debajo de la duramadre externa
- **Duramadre:** una capa dura gruesa más externa que está vascularizada y ricamente inervada por fibras nerviosas sensitivas

COLOREA el encéfalo y la médula espinal, utilizando un color diferente para cada uno y sus cubiertas:

- ☐ **1. Encéfalo y su revestimiento dural (1A)**
- ☐ **2. Médula espinal y su revestimiento dural (2A)**

La cavidad torácica contiene **dos cavidades pleurales** (derecha e izquierda; v. lámina 7-5) y un único espacio en la línea media denominado **mediastino** (espacio intermedio). El corazón y las estructuras situadas posteriormente al mismo, incluyendo la aorta torácica descendente y el esófago, se encuentran dentro de la cavidad torácica. El propio corazón reside en su saco, denominado **saco pericárdico** (v. lámina 5-3), que también tiene una lámina parietal y una visceral.

COLOREA las dos cavidades pleurales y la membrana serosa que reviste estas cavidades:

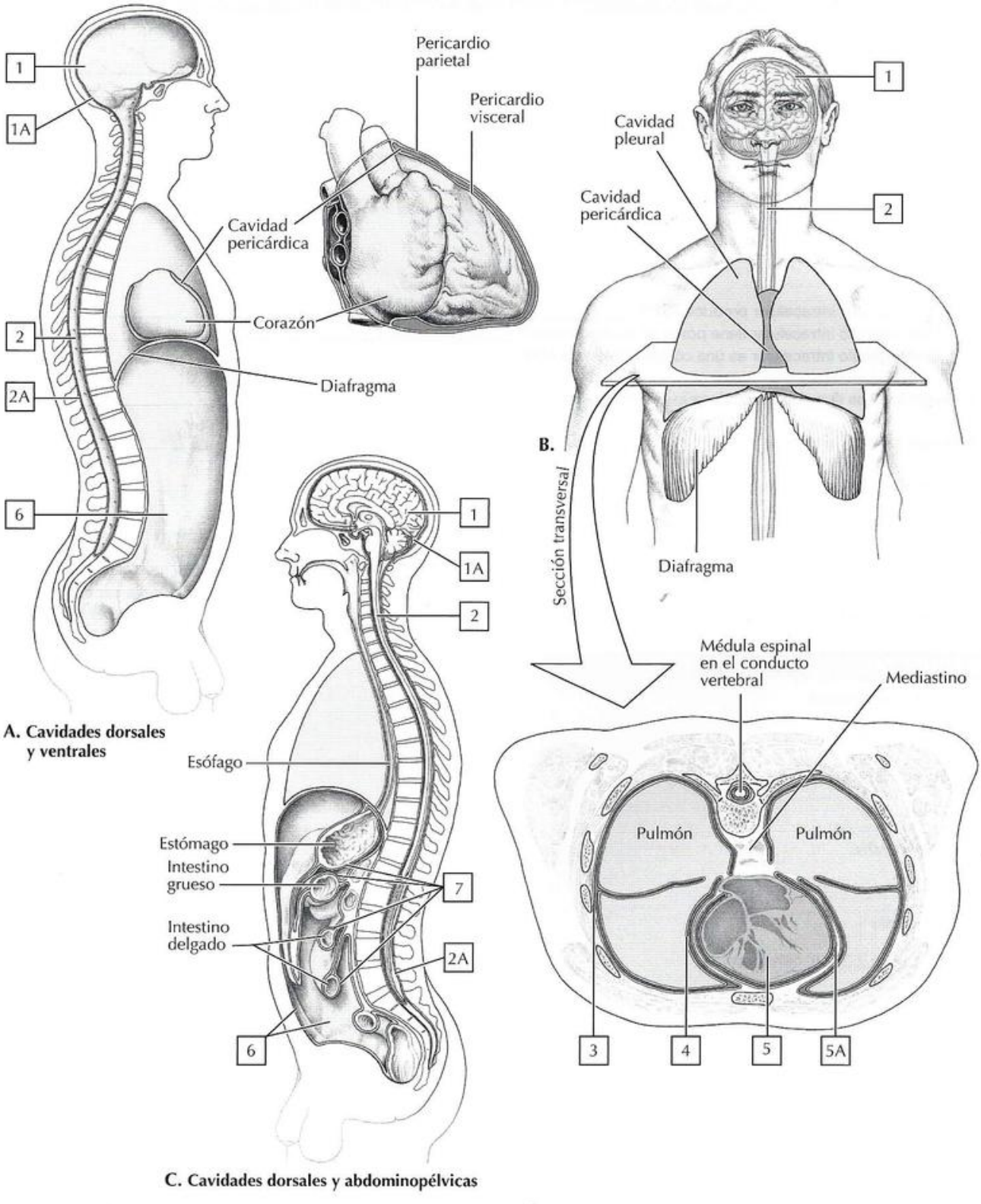
- ☐ **3. Pleura parietal: tapiza las paredes torácicas y limita el mediastino medialmente**
- ☐ **4. Pleura visceral: recubre los propios pulmones y se refleja hacia fuera de la superficie del pulmón para continuarse con la pleura parietal**
- ☐ **5. Corazón y el pericardio que lo rodea (5A)**

La cavidad abdominopélvica también está revestida por una membrana serosa, denominada **peritoneo,** que también tiene una capa parietal y una visceral.

COLOREA la cavidad abdominopélvica y sus membranas peritoneales (v. lámina 8-5):

- ☐ **6. Peritoneo parietal: reviste las paredes corporales**
- ☐ **7. Peritoneo visceral: se refleja separándose de las paredes del cuerpo y cubre las estructuras viscerales (órganos) abdominales**

Nota clínica:
Cada uno de estos espacios (pleural, pericárdico y peritoneal) se considera espacio «potencial», ya que entre las capas parietal y visceral generalmente se encuentra sólo una pequeña cantidad de líquido seroso lubricante que mantiene las superficies de los órganos húmedas y resbaladizas. Esta lubricación reduce la fricción de los movimientos, como ocurre durante la respiración, el latido cardíaco o el peristaltismo. Sin embargo, durante la inflamación o debido a un traumatismo, en estos espacios pueden acumularse líquidos (pus o sangre) y restringir el movimiento de las vísceras. En ese caso, estos espacios potenciales se convierten en espacios reales y pueden requerir la extracción del líquido ocupante, para evitar el compromiso de la función del órgano o la exacerbación de una infección en curso.


1
1A
2
2A
6
Pericardio parietal
Pericardio visceral
Cavidad pericárdica
Corazón
Diafragma
A. Cavidades dorsales y ventrales
1
1A
2
Esófago
Estómago
Intestino grueso
Intestino delgado
7
2A
6
C. Cavidades dorsales y abdominopélvicas
B.
Sección transversal
1
Cavidad pleural
Cavidad pericárdica
2
Diafragma
Médula espinal en el conducto vertebral
Mediastino
Pulmón
Pulmón
3
4
5
5A

PREGUNTAS DE REPASO

1. Escribe el término de relación correcto para cada una de las siguientes frases:
   A. Más cerca de la cabeza: _____
   B. Más cerca de la superficie: _____
   C. Divide el cuerpo en dos mitades iguales, derecha e izquierda: _____

2. ¿Qué término describe mejor la posición de la mano cuando la palma está mirando hacia el suelo?
   A. Abducción
   B. Extensión
   C. Flexión plantar
   D. Pronación

3.
   A. ¿Qué orgánulo intracelular produce ATP? _____
   B. ¿Qué orgánulo intracelular tiene poros en su membrana? _____
   C. ¿Qué orgánulo intracelular es una condensación de ARN? _____

4. Enumera los tres tipos de epitelio según la forma celular. _____

5. Enumera los tres tipos de articulaciones que se encuentran en el ser humano. _____

6. Enumera los tres tipos de músculos que se encuentran en el ser humano. _____

7. ¿Qué dos estructuras comprende el sistema nervioso central en el ser humano? _____

8. La médula espinal está cubierta por: (A) piamadre, (B) aracnoides y (C) duramadre. Utilizando un lápiz rojo, haz un círculo en torno a la cubierta que se encuentra más cercana a la médula espinal. Con un lápiz azul, haz un círculo alrededor de la capa que está ricamente inervada y vascularizada. Con un lápiz verde, rodea con un círculo la capa que se encuentra entre las otras dos capas.

RESPUESTAS

1A. Superior (craneal)

1B. Superficial

1C. Plano medio

2D. Pronación

3A. Mitocondria

3B. Núcleo

3C. Nucléolo

4. Escamoso, cúbico, cilíndrico

5. Fibrosas, cartilaginosas, sinoviales

6. Esquelético, cardíaco, liso

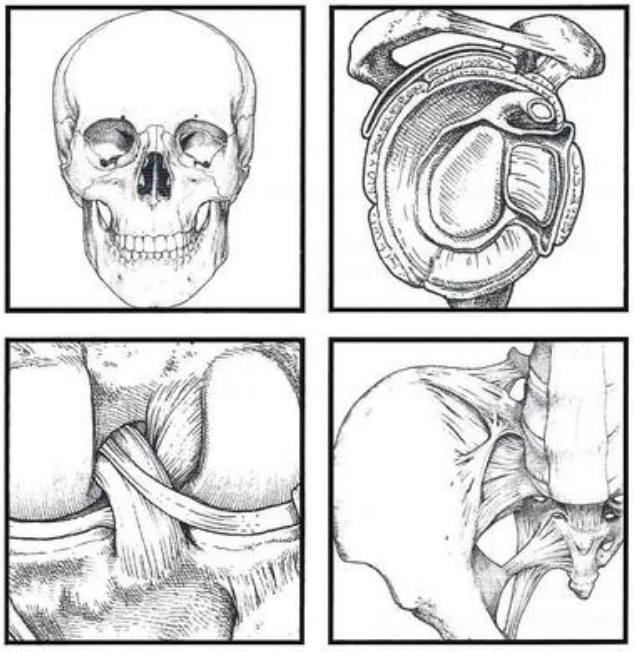
7. Encéfalo y médula espinal

8. Rojo: piamadre

   Azul: duramadre

   Verde: aracnoides

Capítulo 2 **Sistema esquelético**



© 2015. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

2 Estructura ósea y clasificación

El hueso es una forma especializada de tejido conectivo que consta de células y matriz extracelular. La matriz está mineralizada con fosfato de calcio (cristales de hidroxiapatita), que le da una textura dura y que sirve como reservorio significativo de calcio. El hueso se clasifica como:

- **Compacto:** hueso denso que forma la capa exterior de un hueso
- **Esponjoso:** hueso reticulado que contiene una malla de trabéculas delgadas o espículas de tejido óseo y se localiza en las epífisis y metáfisis de los huesos largos

Un hueso largo típico tiene los siguientes elementos estructurales:

- **Diáfisis:** el cuerpo del hueso
- **Epífisis:** los dos extremos expandidos del hueso que están cubiertos por cartílago articular
- **Metáfisis:** se encuentra entre la diáfisis y la epífisis y es una zona cónica adyacente al área donde se producirá el crecimiento activo del hueso
- **Cavidad medular:** la porción central del cuerpo de muchos huesos; contiene células madre que producen células sanguíneas

COLOREA cada una de los siguientes elementos de un hueso largo, utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **1. Epífisis (resaltar la clave)**
- ☐ **2. Metáfisis (resaltar la clave)**
- ☐ **3. Diáfisis (resaltar la clave)**
- ☐ **4. Cartílago articular (cartílago hialino)**
- ☐ **5. Hueso esponjoso**
- ☐ **6. Periostio: una vaina o cápsula delgada de tejido conectivo fibroso que rodea el cuerpo de un hueso, aunque no se encuentra sobre las superficies articulares, que están cubiertas por cartílago articular**
- ☐ **7. Cavidad medular**
- ☐ **8. Hueso compacto**

La formación del hueso se produce en gran medida por el depósito de matriz (osteoide) que posteriormente se calcifica y por la resorción de hueso. Es, por tanto, un proceso dinámico como en cualquier otro tejido vivo del cuerpo. Tres tipos principales de células participan en este proceso:

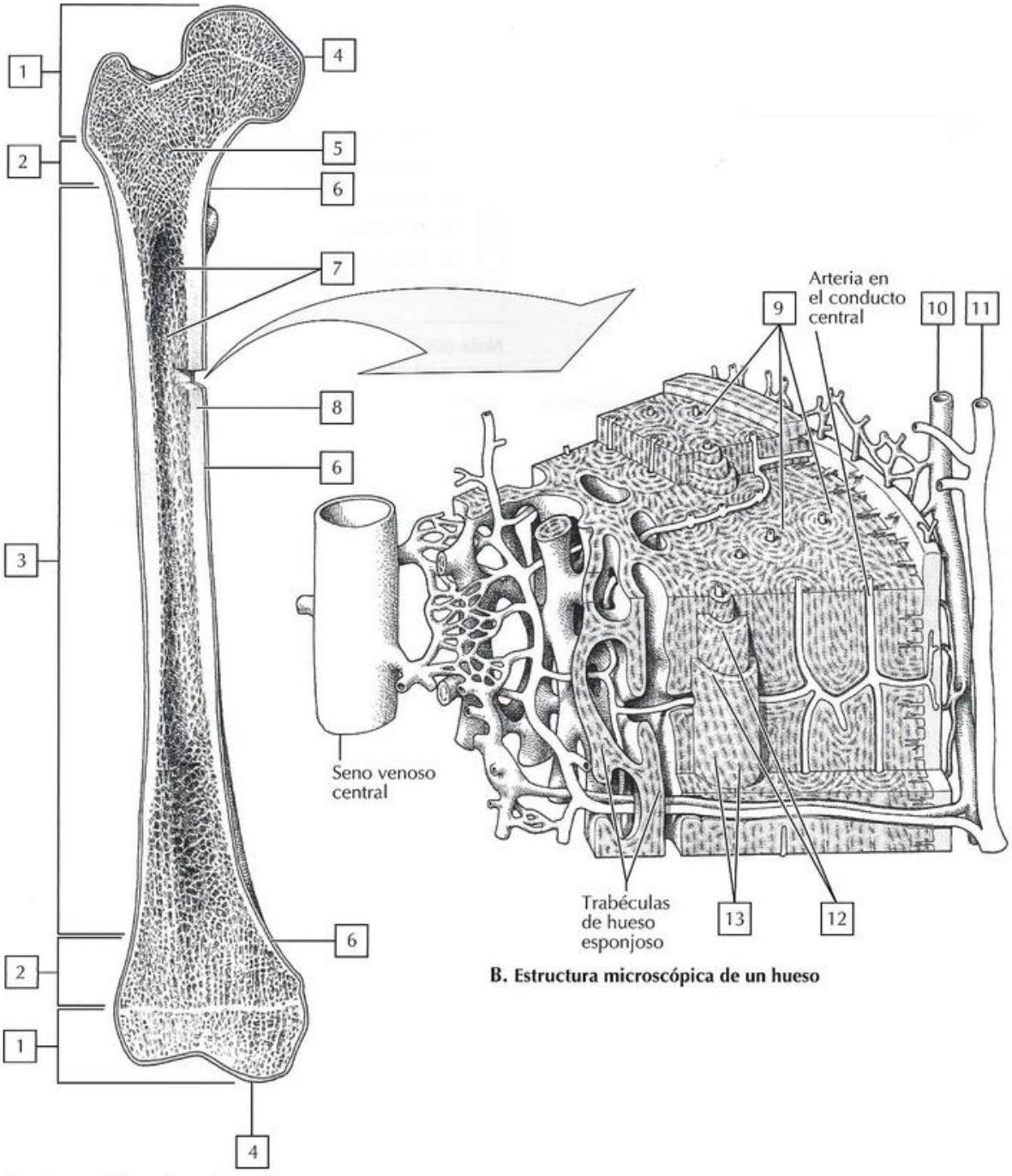
- **Osteoblastos:** células que forman hueso nuevo depositando osteoide
- **Osteocitos:** células óseas maduras (antes eran osteoblastos) que han sido rodeadas por la matriz ósea y son responsables del mantenimiento de la matriz ósea
- **Osteoclastos:** células grandes que disuelven enzimáticamente la matriz ósea; se encuentran normalmente en las zonas de remodelación ósea activa

COLOREA los siguientes elementos del hueso compacto:

- ☐ **9. Osteona**
- ☐ **10. Vena (color azul)**
- ☐ **11. Arteria (color rojo)**
- ☐ **12. Laminillas de matriz ósea: con osteocitos incluidos dentro de las laminillas**
- ☐ **13. Osteocitos**

Una **osteona** (sistema haversiano) es la unidad cilíndrica de hueso y consta de un conducto central (conducto de Havers), que contiene el paquete vasculonervioso que abastece a la osteona. Este conducto está rodeado por laminillas concéntricas de matriz ósea y pequeños conductillos orientados radialmente que contienen las prolongaciones de los osteocitos, que son las células óseas. El hueso compacto está organizado en estos sistemas de Havers, pero el hueso esponjoso es trabecular y su disposición no es tan concéntrica o uniformemente organizada (v. lado izquierdo de la imagen B).

Nota clínica:
El **raquitismo** es un proceso patológico en el que la deficiencia de calcio durante el crecimiento activo conduce a la formación de matriz que normalmente no está mineralizada con calcio. Puede ocurrir por una carencia de calcio en la dieta y/o deficiencia de vitamina D, ya que la vitamina D es necesaria para la absorción normal del calcio por el intestino delgado.



A. Características de un hueso largo

B. Estructura microscópica de un hueso

2 Características externas del cráneo

El cráneo se divide en **neurocráneo** (contiene el encéfalo y sus cubiertas meníngeas) y **viscerocráneo** (esqueleto facial). El cráneo se compone de 22 huesos (con exclusión de los huesecillos del oído medio); 8 forman el neurocráneo y 14 forman la cara. Las órbitas (cuencas de los ojos) se encuentran entre la calvaria (bóveda craneal) y el esqueleto facial y se forman por las contribuciones de 7 huesos diferentes.

COLOREA los huesos del neurocráneo de diferentes colores; para los huesos más grandes basta con trazar líneas diagonales o un punteado:

- ☐ **1. Frontal**
- ☐ **2. Parietal (hueso par)**
- ☐ **3. Esfenoides**
- ☐ **4. Temporal (hueso par)**
- ☐ **5. Occipital**
- ☐ **6. Etmoides**

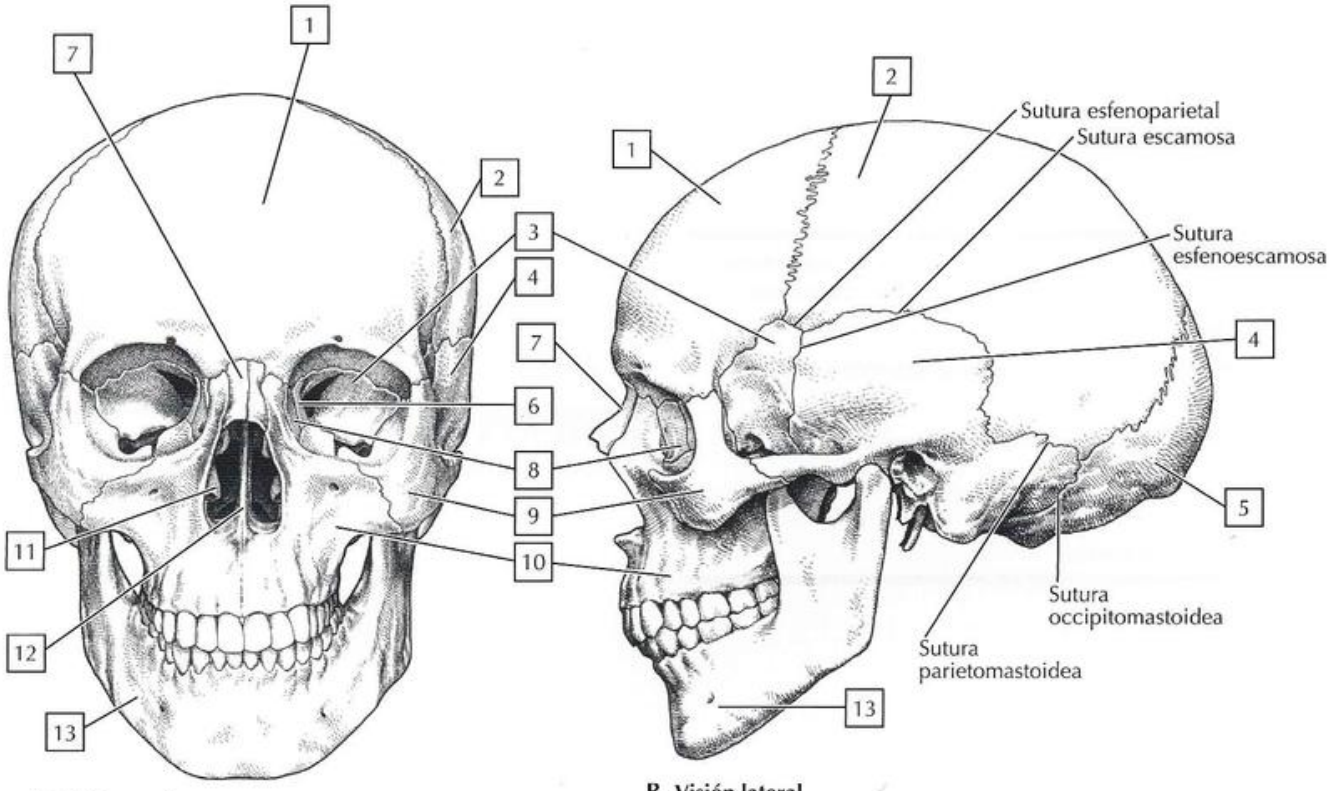
Los huesos del neurocráneo están unidos entre sí por medio de suturas, un tipo de articulación fibrosa que es inmóvil. Las suturas incluyen:

- Sutura coronal
- Sutura lambdoidea
- Sutura sagital
- Sutura escamosa
- Sutura esfenoparietal
- Sutura esfenoescamosa
- Sutura parietomastoidea
- Sutura occipitomastoidea

COLOREA los huesos del esqueleto facial (todos los huesos son pares excepto el vómer y la mandíbula), utilizando colores o patrones diferentes a los utilizados para resaltar los huesos del neurocráneo:

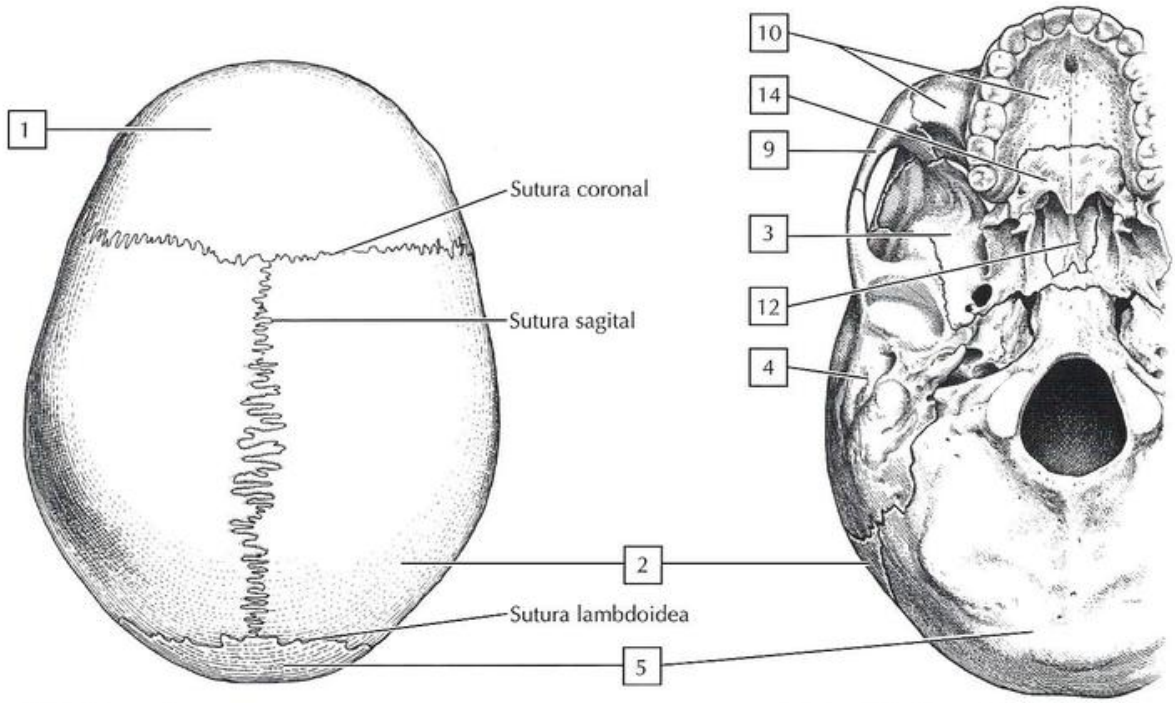
- ☐ **7. Nasal**
- ☐ **8. Lagrimal**
- ☐ **9. Cigomático**
- ☐ **10. Maxilar**
- ☐ **11. Cornete (concha) nasal inferior**
- ☐ **12. Vómer**
- ☐ **13. Mandíbula**
- ☐ **14. Palatino**

Nota clínica:
La cara lateral del cráneo, la zona donde los huesos frontal, parietal, esfenoides y temporal convergen, se denomina **pterión.** Aquí el cráneo es delgado y un traumatismo craneal en esta región lateral de la cabeza puede provocar un sangrado intracraneal (hematoma epidural) por el desgarro de la arteria meníngea media, que se encuentra entre la cara interna de éstos huesos y la duramadre que recubre el encéfalo.



A. Visión anterior

B. Visión lateral



C. Visión superior

D. Base del cráneo: visión inferior

2 Características internas del cráneo

El tabique nasal está formado por:
- Lámina perpendicular del etmoides
- Vómer
- Huesos palatinos
- Cartílago del tabique nasal

La pared nasal lateral está formada por siete huesos.

COLOREA los huesos que forman la pared nasal lateral, utilizando un color diferente para cada uno de los huesos:

- ☐ **1. Hueso nasal**
- ☐ **2. Etmoides (cornetes [conchas] superior y medio)**
- ☐ **3. Hueso lagrimal**
- ☐ **4. Cornete (concha) inferior (un hueso separado)**
- ☐ **5. Maxilar**
- ☐ **6. Hueso palatino**
- ☐ **7. Hueso esfenoides**

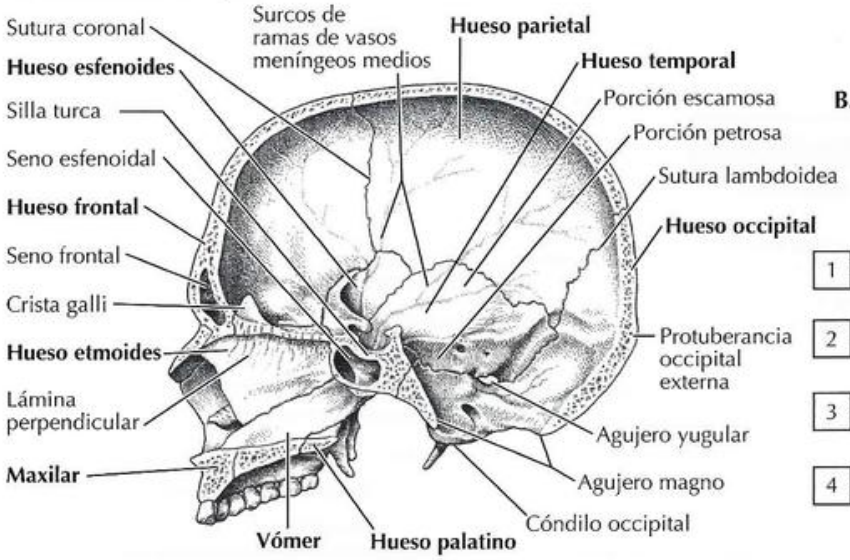
La cara inferior del cráneo (base del cráneo o suelo) está dividida en tres fosas craneales:
- Anterior: contiene los techos de las órbitas y los lóbulos frontales del cerebro
- Media: contiene los lóbulos temporales del cerebro
- Posterior: contiene el cerebelo, el puente y la médula oblongada del encéfalo

En la base del cráneo aparecen numerosos **agujeros.** Estructuras importantes, especialmente nervios craneales que se originan en el encéfalo, pasan a través de los agujeros para acceder al exterior. Estas estructuras importantes están etiquetadas en la ilustración de la base del cráneo.

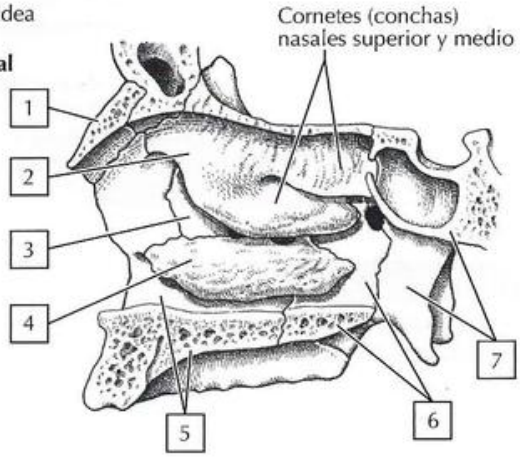
COLOREA la línea guía y el orificio de cada agujero identificado y las estructuras que pasan por el mismo.

Características internas del cráneo 2

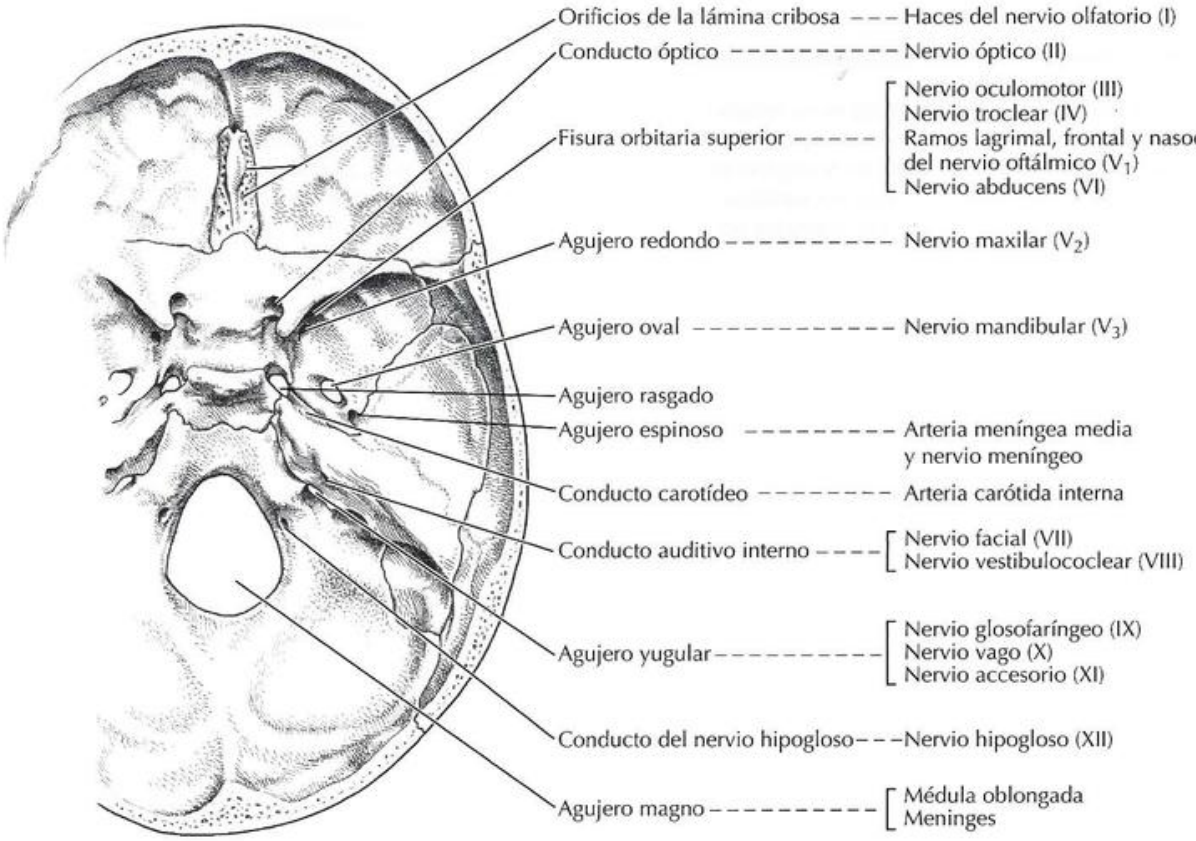
A. Cráneo: sección sagital



B. Pared nasal lateral con el tabique nasal extirpado



C. Orificios de la base del cráneo: visión superior



2 Mandíbula y articulación temporomandibular

Las características de la mandíbula se resumen en la tabla siguiente. La mandíbula se articula con el hueso temporal y, al masticar o hablar, sólo se mueve la mandíbula; los maxilares (mandíbula superior) permanecen quietos. Los dientes inferiores se encuentran en la porción alveolar de la mandíbula.

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Cabeza (cóndilo) de la mandíbula	Se articula con la fosa mandibular del hueso temporal
Agujero mandibular	El nervio, la arteria y la vena alveolares inferiores entran en la mandíbula por este orificio
Dientes	16 dientes: 4 incisivos, 2 caninos, 4 premolares (bicúspides), 6 molares (los terceros molares se denominan muelas del juicio)

COLOREA los dientes mandibulares, utilizando un color diferente para cada tipo (observa que hay 16 dientes en la mandíbula y 16 dientes en el maxilar):

- ☐ **1. Molares (los terceros molares se denominan muelas del juicio) (6 dientes)**
- ☐ **2. Premolares (bicúspides) (4 dientes)**
- ☐ **3. Caninos (2 dientes)**
- ☐ **4. Incisivos (4 dientes)**

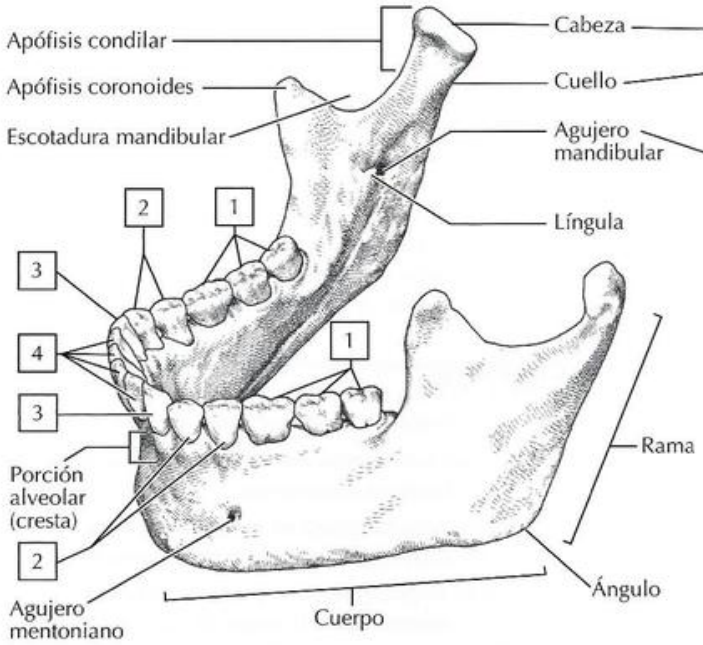
La **articulación temporomandibular (ATM)** es en realidad dos articulaciones sinoviales en una, separadas por un disco articular. Las superficies articulares de la mayoría de las articulaciones sinoviales están cubiertas por cartílago hialino, pero las superficies de la ATM están cubiertas por fibrocartílago. La ATM es una articulación sinovial tipo gínglimo modificado y sus características se resumen en la siguiente tabla.

LIGAMENTO	INSERCIONES	COMENTARIO
Cápsula articular	De fosa mandibular y tubérculo articular del temporal a la cabeza de la mandíbula	Permite movimientos de lateralidad, protrusión y retrusión
Lateral (ATM)	De temporal a mandíbula	Banda fibrosa engrosada de la cápsula articular
Disco articular	Entre el hueso temporal y la mandíbula	Divide la articulación en dos compartimentos sinoviales

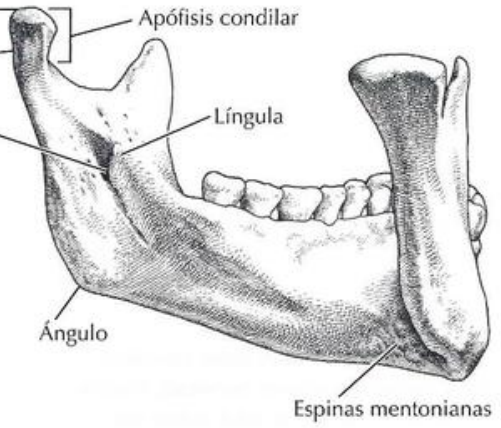
COLOREA las siguientes características de la ATM:

- ☐ **5. Cápsula articular**
- ☐ **6. Ligamento lateral (temporomandibular)**
- ☐ **7. Disco articular (fibrocartílago)**

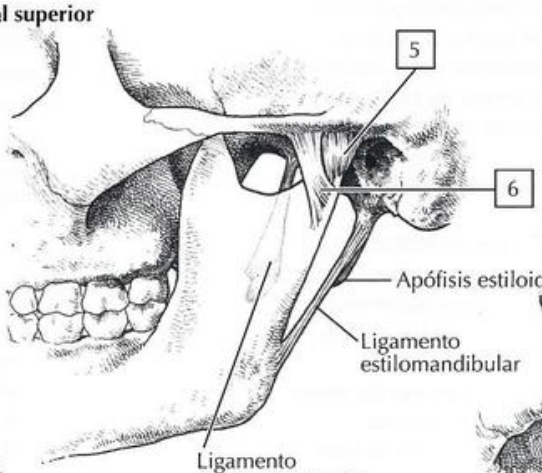
Nota clínica:
Debido a su ubicación vulnerable, la mandíbula es el segundo hueso facial más frecuentemente fracturado (el hueso nasal es el primero). La luxación de la ATM puede ocurrir cuando la cabeza (cóndilo) mandibular se mueve por delante de la eminencia articular (justo por delante de la «posición abierta» que se ve en la parte E). A veces, sólo un amplio bostezo es suficiente para causar la luxación, que puede ser bastante dolorosa.



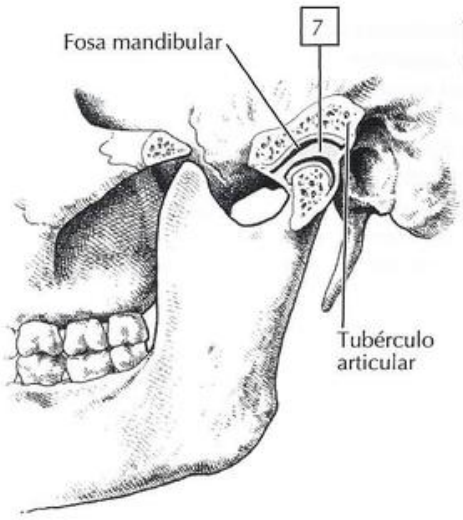
A. Mandíbula de adulto: visión anterolateral superior



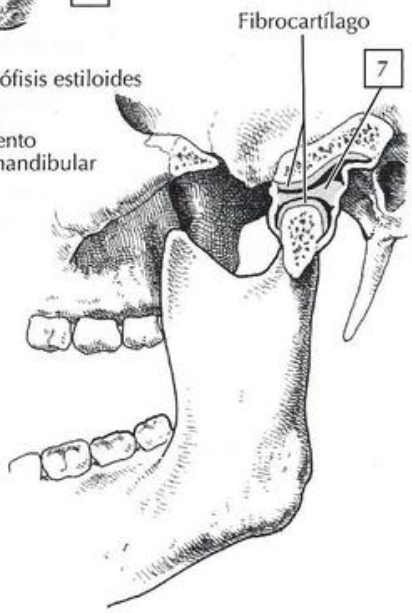
B. Mandíbula de adulto: visión posterior izquierda



C. Articulación temporomandibular: visión lateral



D. Articulación temporomandibular: mandíbula cerrada



E. Articulación temporomandibular: mandíbula ampliamente abierta (acciones de bisagra y deslizamiento combinadas)

2 Columna vertebral

La columna vertebral (raquis) forma el eje central del cuerpo humano, destacando la naturaleza segmentaria de todos los vertebrados, y se compone de 33 vértebras distribuidas como sigue:

- **Vértebras cervicales:** 7 en total; las dos primeras se denominan atlas (C1) y axis (C2)
- **Vértebras torácicas:** 12 en total; cada una se articula con un par de costillas
- **Vértebras lumbares:** 5 en total; vértebras grandes para soportar el peso del cuerpo
- **Sacro:** 5 vértebras fusionadas
- **Cóccix:** 4 vértebras en total; Co1 a menudo no está fusionada, pero Co2-Co4 se fusionan, un resto de nuestra cola embrionaria

Vista desde la cara lateral, se pueden identificar:

- **Curvatura cervical (lordosis cervical):** adquirida secundariamente cuando el bebé puede soportar el peso de su propia cabeza
- **Curvatura torácica (cifosis torácica):** una curvatura primaria presente en el feto
- **Curvatura lumbar (lordosis lumbar):** adquirida secundariamente cuando el bebé asume una postura erguida
- **Curvatura sacra:** una curvatura primaria presente en el feto

Una vértebra «típica» tiene varias características constantes:

- **Cuerpo:** porción que soporta el peso que tiende a aumentar de tamaño a medida que se desciende por la columna vertebral
- **Arco:** proyección formada por un par de pedículos y láminas
- **Apófisis transversas:** extensiones laterales desde la unión del pedículo y la lámina
- **Apófisis articulares (facetarias):** dos carillas superiores e inferiores para la articulación
- **Apófisis espinosa:** proyección que se extiende posteriormente a partir de la unión de las dos láminas
- **Escotaduras vertebrales:** escotaduras superiores e inferiores que en las vértebras articuladas forman los agujeros intervertebrales
- **Agujeros intervertebrales:** atravesados por las raíces de los nervios espinales y los vasos asociados
- **Agujero (conducto) vertebral:** formado por el arco y el cuerpo vertebrales, el agujero contiene la médula espinal y sus cubiertas meníngeas
- **Agujeros transversos:** aberturas que existen en las apófisis transversas de las vértebras cervicales y dejan paso a los vasos vertebrales

COLOREA los siguientes elementos de una vértebra típica, utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **1. Cuerpo**
- ☐ **2. Apófisis transversa**
- ☐ **3. Carillas articulares**
- ☐ **4. Apófisis espinosa**
- ☐ **5. Arco**

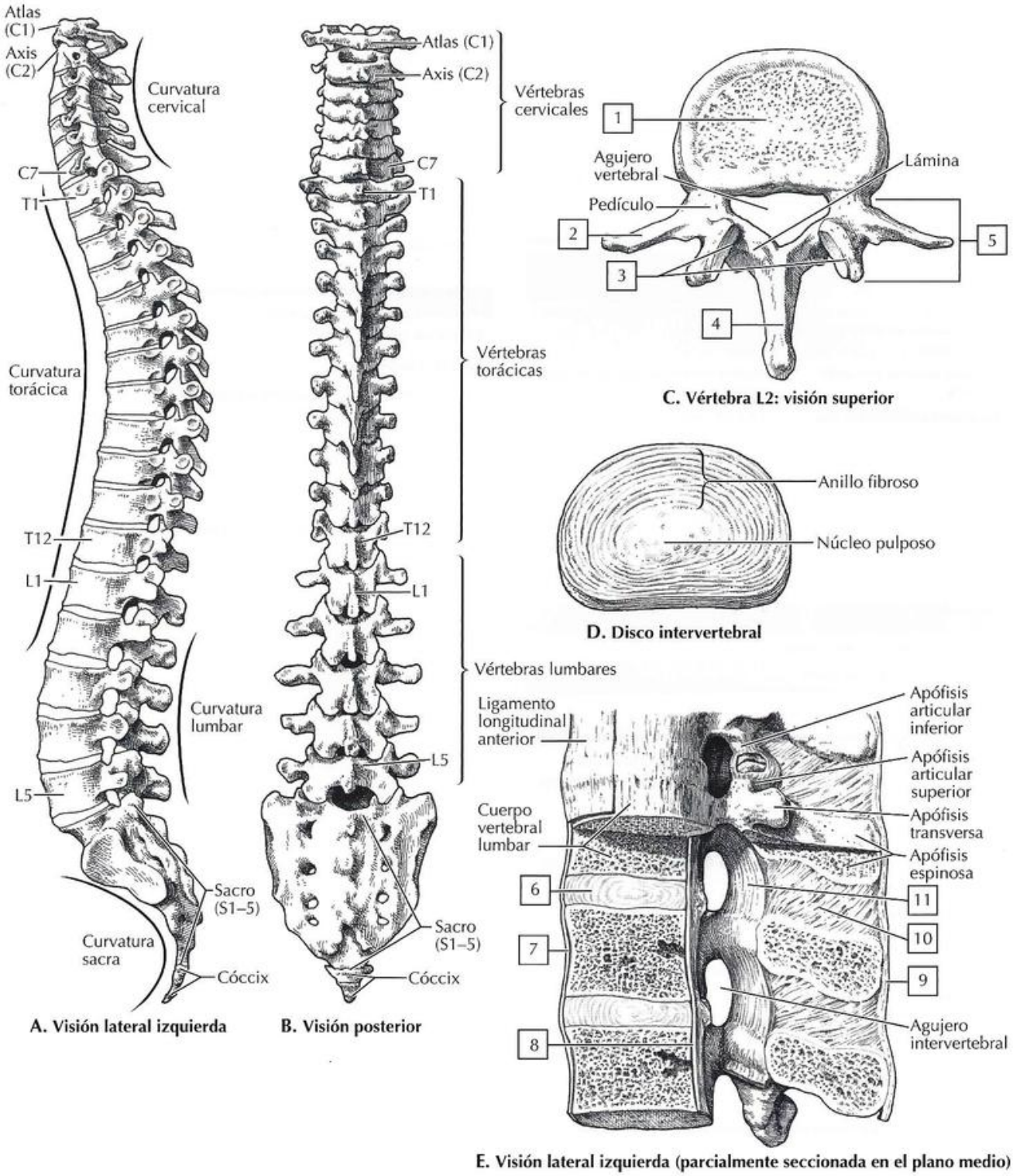
Además, las vértebras adyacentes articuladas están sujetas por ligamentos, y sus cuerpos vertebrales individuales están separados por discos intervertebrales (DIV) fibrocartilaginosos. El DIV actúa como un amortiguador y se comprime y expande ligeramente en respuesta a la carga de peso. La porción central del DIV es un **núcleo pulposo** gelatinoso que está rodeado por capas concéntricas de fibrocartílago denominadas **anillo fibroso.** Como resultado de la presión excesiva o deshidratación asociada con el envejecimiento, el anillo puede comenzar a debilitarse y el núcleo pulposo puede herniarse («hernia discal») a través de las laminillas cartilaginosas e incidir sobre una raíz nerviosa cuando sale de la médula espinal (v. lámina 2-7).

COLOREA los ligamentos clave observados en una visión lateral «seccionada» de varias vértebras adyacentes:

- ☐ **6. Discos intervertebrales: discos fibrocartilaginosos entre cuerpos adyacentes**
- ☐ **7. Ligamento longitudinal anterior: conecta cuerpos y DIV adyacentes a lo largo de su cara anterior**
- ☐ **8. Ligamento longitudinal posterior: conecta cuerpos y DIV adyacentes a lo largo de su cara posterior**
- ☐ **9. Ligamento supraespinoso: entre apófisis espinosas adyacentes**
- ☐ **10. Ligamento interespinoso: entre apófisis espinosas adyacentes**
- ☐ **11. Ligamentos amarillos: conectan láminas adyacentes; contienen fibras elásticas**

Nota clínica:

Las curvaturas acentuadas de la columna vertebral pueden ser congénitas o adquiridas. La **escoliosis** es una curvatura lateral y rotacional acentuada de la columna torácica o lumbar, más frecuente en niñas adolescentes. La joroba es una **cifosis** acentuada de la columna torácica, por lo general por mala postura u osteoporosis. La cintura hundida es una **lordosis acentuada** de la columna lumbar, por lo general por debilidad de los músculos del tronco u obesidad, aunque también se ve con frecuencia en los últimos meses del embarazo.



A. Visión lateral izquierda **B. Visión posterior**

C. Vértebra L2: visión superior

D. Disco intervertebral

E. Visión lateral izquierda (parcialmente seccionada en el plano medio)

2 Vértebras cervicales y torácicas

La **columna cervical** está compuesta por siete vértebras cervicales. Las dos primeras vértebras cervicales son únicas y se denominan **atlas** (C1) y **axis** (C2). El atlas (C1) sostiene la cabeza sobre el cuello y recibe su nombre del titán Atlas de la mitología griega, que sujeta el mundo sobre sus hombros. El axis (C2) es el punto de articulación donde la cabeza gira sobre el cuello, proporcionando un eje de rotación. La región cervical es una parte bastante móvil de la columna vertebral, lo que permite la flexión y la extensión, así como la rotación y la flexión lateral. Las características de las siete vértebras cervicales se resumen en la siguiente tabla.

ATLAS (C1)	OTRAS VÉRTEBRAS CERVICALES (C3 A C7)
Hueso en forma de anillo; la cara articular superior se articula con el hueso occipital	Agujero vertebral triangular grande
Dos masas laterales con caras articulares	Agujero transverso, por donde pasa la arteria vertebral
Sin cuerpo ni apófisis espinosa	C3 a C5: apófisis espinosa corta bífida
C1 rota sobre las caras articulares de C2	C6 a C7: apófisis espinosa larga
La arteria vertebral discurre en un surco en el arco posterior	C7 se denomina vértebra prominente
	Agujeros intervertebrales estrechos
	Raíces nerviosas en riesgo de compresión
AXIS (C2)	
El diente se proyecta superiormente	
Es la vértebra cervical más fuerte	

COLOREA los siguientes elementos de las vértebras cervicales (partes ***A-C***), utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **1. Arco posterior del atlas**
- ☐ **2. Conducto vertebral: la médula espinal pasa a través del conducto vertebral**
- ☐ **3. Diente del axis**
- ☐ **4. Agujero transverso**
- ☐ **5. Discos intervertebrales (observa que no existe ninguno entre atlas y axis)**
- ☐ **6. Cuerpo (observa que el atlas no posee un cuerpo)**
- ☐ **7. Apófisis transversa**
- ☐ **8. Espina bífida**
- ☐ **9. Lámina**

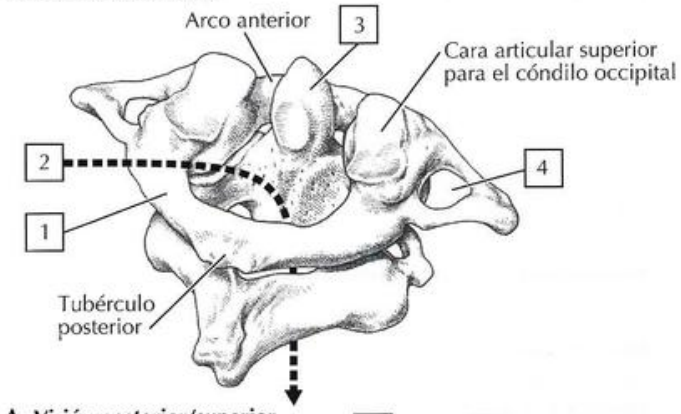
La **columna torácica** está compuesta por 12 vértebras torácicas. Los 12 pares de costillas se articulan con las vértebras torácicas; esta región de la columna vertebral es más rígida e inflexible que el cuello. Las principales características de las vértebras torácicas son:

- Cuerpo en forma de corazón, con fositas costales para la articulación de la costilla
- Agujero vertebral pequeño y circular (la médula espinal pasa a través del agujero vertebral)
- Apófisis transversas largas, que tienen fositas costales para la articulación de la costilla (solamente T1-T10)
- Apófisis espinosas largas, que se inclinan posteriormente y se superponen a la siguiente vértebra inferior

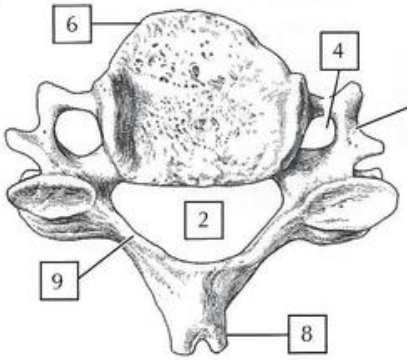
COLOREA los siguientes elementos de las vértebras torácicas (partes ***D*** y ***E***):

- ☐ **10. Cuerpo**
- ☐ **11. Fosita costal superior (costilla)**
- ☐ **12. Conducto vertebral**
- ☐ **13. Apófisis espinosa**
- ☐ **14. Fosita costal de la apófisis transversa**
- ☐ **15. Fosita costal inferior**

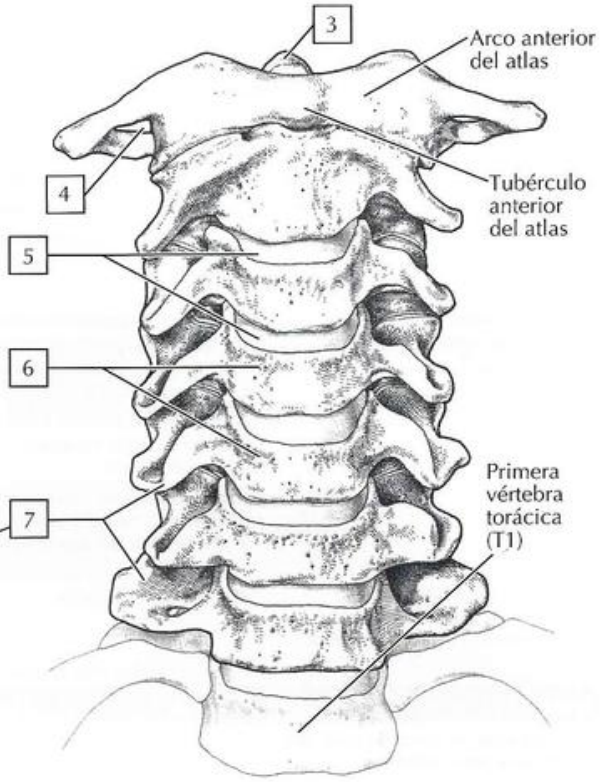
Vértebras cervicales



A. Visión posterior/superior

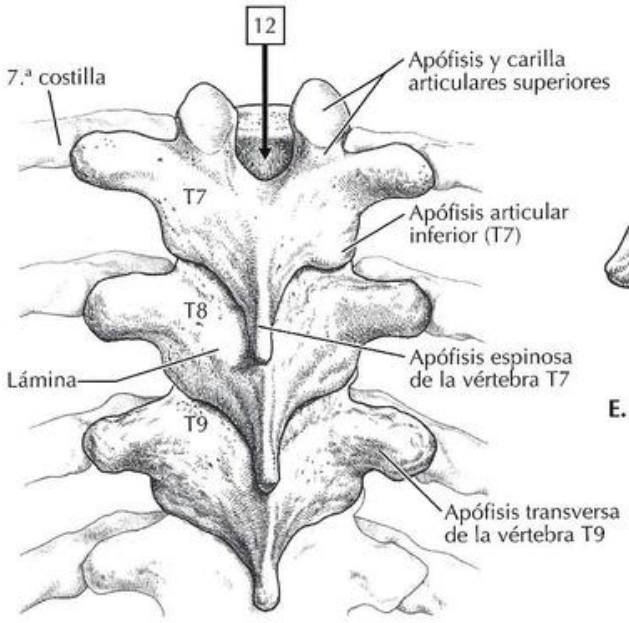


B. Cara superior de C4

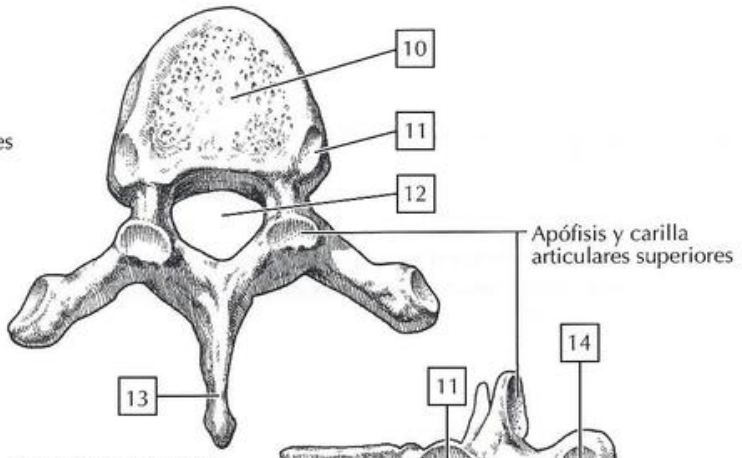


C. Visión anterior

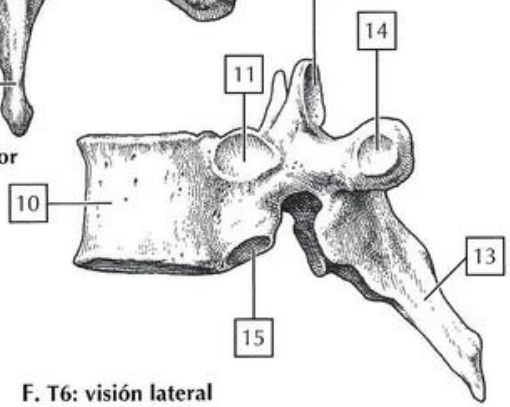
Vértebras torácicas



D. T7, T8, T9: visión posterior



E. T6: visión superior



F. T6: visión lateral

2 Vértebras lumbares, sacras y coccígeas

La **columna lumbar** se compone de cinco vértebras lumbares. Es comparativamente grande para soportar el peso del tronco y también bastante móvil, pero no tan móvil como la columna cervical. El **sacro** se compone de cinco vértebras fusionadas que forman un solo hueso en forma de cuña. El sacro proporciona soporte a la pelvis. El **cóccix** es un resto de nuestra cola embrionaria y por lo general consta de cuatro vértebras, con las tres últimas fusionadas en un solo hueso. El cóccix carece de arcos vertebrales y no tiene conducto vertebral. Las características generales de todas estas vértebras se resumen en la siguiente tabla.

VÉRTEBRAS TORÁCICAS	VÉRTEBRAS LUMBARES
Cuerpo en forma de corazón, con fositas para articulación de la costilla	Cuerpo en forma de riñón, masivo para soporte
Agujero vertebral circular pequeño	Agujero vertebral triangular de tamaño medio
Apófisis transversas largas, que tienen fositas para articulación de la costilla en T1-T10	Carillas articulares dispuestas en dirección medial o lateral, lo que permite una buena flexión y extensión
Apófisis espinosas largas, que se inclinan posteriormente y se superponen a la siguiente vértebra	Apófisis espinosa corta
	L5 es la vértebra más grande
SACRO	**CÓCCIX**
Hueso grande, en forma de cuña, que transmite el peso corporal a la pelvis	Co1 a menudo no fusionada
Cinco vértebras fusionadas, con fusión completa en la pubertad	Co2 a Co4 fusionadas
Cuatro pares de agujeros sacros en las caras dorsal y ventral (pélvica)	No hay pedículos, ni láminas ni apófisis espinosas
Hiato del sacro, la abertura del agujero vertebral sacro	Resto de nuestra cola embrionaria

COLOREA los siguientes elementos de las vértebras lumbares (parte ***A***), sacras (partes ***B, C*** y ***E***) y coccígeas (partes ***B, C*** y ***E***), utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **1. Agujero intervertebral: atravesado por un nervio espinal cuando abandona la médula espinal y pasa hacia la periferia**
- ☐ **2. Disco intervertebral**
- ☐ **3. Cuerpo**
- ☐ **4. Apófisis articular superior**
- ☐ **5. Apófisis espinosa**
- ☐ **6. Superficie articular lumbosacra (base del sacro): se articula con el cuerpo de la vértebra L5**
- ☐ **7. Agujeros sacros anteriores: para el paso de los nervios espinales**
- ☐ **8. Vértebras coccígeas**
- ☐ **9. Cresta sacra media: equivalente de las apófisis espinosas a lo largo de la columna vertebral**

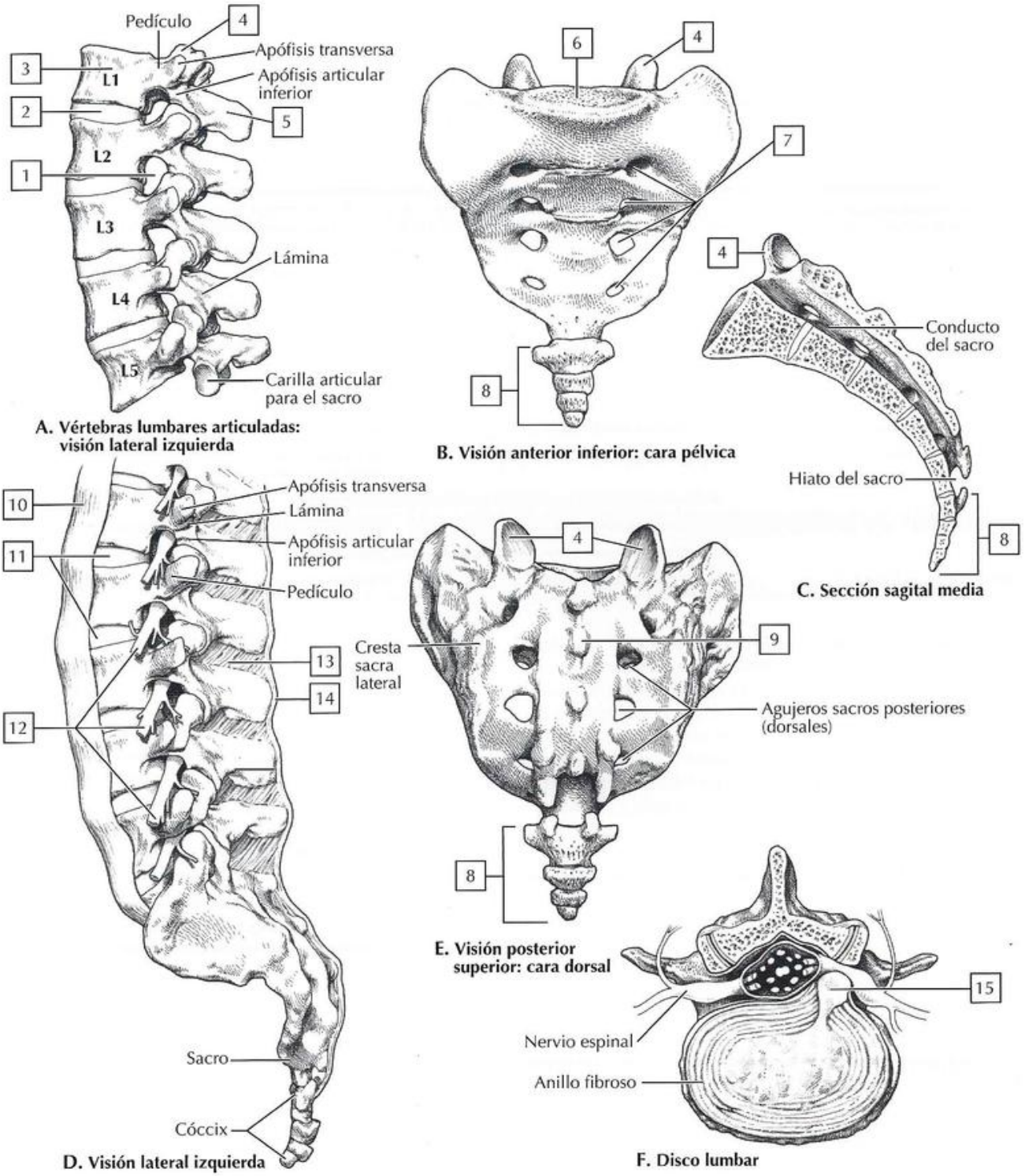
COLOREA los siguientes elementos de la imagen (parte D) de la parte inferior de la columna vertebral articulada (vértebras lumbares, sacro y coccígeas):

- ☐ **10. Ligamento longitudinal anterior**
- ☐ **11. Discos intervertebrales**
- ☐ **12. Nervios espinales (color amarillo)**
- ☐ **13. Ligamento interespinoso**
- ☐ **14. Ligamento supraespinoso**

Nota clínica:
Cambios relacionados con el estrés o con la edad pueden conducir a la deshidratación de los discos intervertebrales (DIV). En este proceso, el núcleo pulposo central se hernia a través del anillo fibroso, y si la hernia es posterolateral, que es lo más frecuente, puede comprimir el nervio espinal o sus raíces cuando salen del agujero intervertebral.

COLOREA

- ☐ **15. El núcleo pulposo herniado cuando comprime un nervio espinal**


Pedículo
4
Apófisis transversa
3
L1
Apófisis articular inferior
2
5
L2
1
L3
Lámina
L4
L5
Carilla articular para el sacro
A. Vértebras lumbares articuladas: visión lateral izquierda
6
4
7
8
B. Visión anterior inferior: cara pélvica
4
Conducto del sacro
Hiato del sacro
8
C. Sección sagital media
10
Apófisis transversa
Lámina
11
Apófisis articular inferior
Pedículo
13
14
12
Sacro
Cóccix
D. Visión lateral izquierda
4
Cresta sacra lateral
9
Agujeros sacros posteriores (dorsales)
8
E. Visión posterior superior: cara dorsal
15
Nervio espinal
Anillo fibroso
F. Disco lumbar

2 Caja torácica

La caja torácica forma parte del esqueleto axial e incluye el esternón, en la línea media, y 12 pares de costillas, cada una con:

- **Cabeza:** se articula con la fosita costal inferior del cuerpo vertebral situado por encima y con la fosita costal superior del cuerpo de su propia vértebra (p. ej., la costilla 3 con la vértebra T3)
- **Cuello**
- **Tubérculo:** se articula con la apófisis transversa de su propia vértebra
- **Ángulo**

Las costillas 1 a 7 se articulan directamente con el esternón y se denominan «costillas verdaderas»

Las costillas 8 a 10 se articulan con los cartílagos costales de las costillas superiores y se denominan «costillas falsas»

Las costillas 11 y 12 se articulan sólo con una vértebra y se denominan «costillas flotantes»

LIGAMENTO	INSERCIONES	COMENTARIO
Articulación esternoclavicular (sinovial en silla de montar) con un disco articular		
Cápsula articular	Clavícula y manubrio	Permite elevación, descenso, anteversión, retroversión, circunducción
Esternoclavicular	Clavícula y manubrio	Presenta ligamentos anterior y posterior
Interclavicular	Entre ambas clavículas	Conecta las dos articulaciones esternoclaviculares
Costoclavicular	Clavícula a primera costilla	Ancla la clavícula a la primera costilla
Articulaciones esternocostales (cartilaginosas primarias [sincondrosis])		
Primera articulación esternocostal	Primera costilla a manubrio	En esta articulación no hay movimiento
Esternocostales radiados	Costillas 2-7 con esternón	En estas articulaciones sinoviales planas se permiten ciertos movimientos de deslizamiento
Articulaciones costocondrales (cartilaginosas primarias)		
Cartílago articular	Cartílago costal a costilla	Estas articulaciones no permiten movimientos
Articulaciones intercondrales (sinoviales planas)		
Intercondral	Entre cartílagos costales	Permiten cierto movimiento de deslizamiento

Funcionalmente, la caja torácica participa en la respiración, a través de sus inserciones musculares, la protección de los órganos vitales torácicos, incluyendo el corazón y los pulmones, y como un conducto para el paso de estructuras importantes desde y hacia la cabeza y también el abdomen. La abertura en la parte superior de la caja torácica es la **abertura torácica superior,** y la que hay en la parte inferior se denomina **abertura torácica inferior.** La abertura inferior está cubierta en gran medida por el diafragma, un músculo esquelético importante usado en la respiración.

El miembro superior se une a la caja torácica a nivel de la cintura escapular, que incluye:

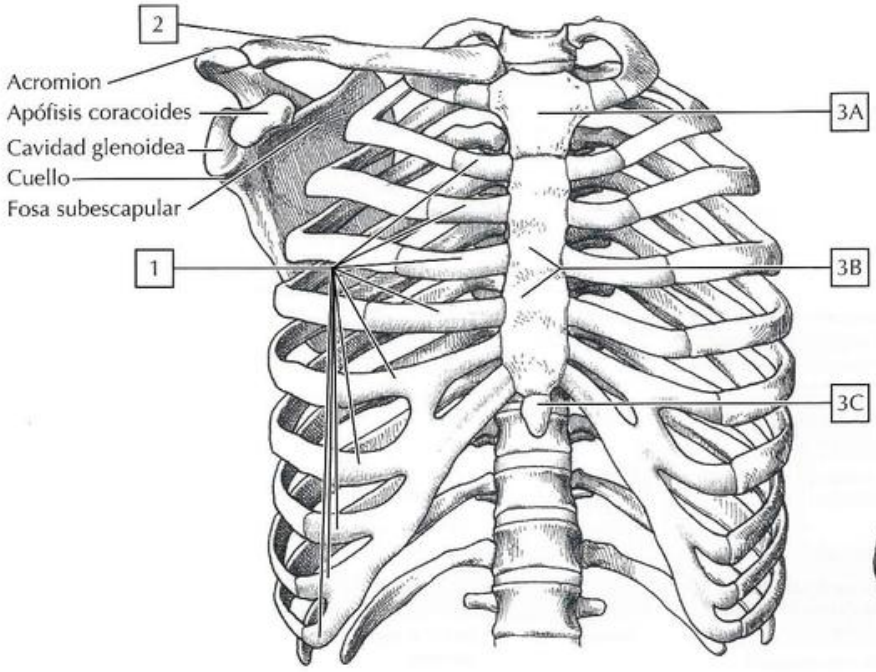
- **Clavícula:** actúa como un puntal para mantener el miembro al lado de la pared del cuerpo
- **Escápula:** un hueso triangular plano en el que se insertan 16 músculos diferentes que actúan en general sobre la articulación del hombro

COLOREA los siguientes elementos de la caja torácica, utilizando un color diferente para cada elemento:

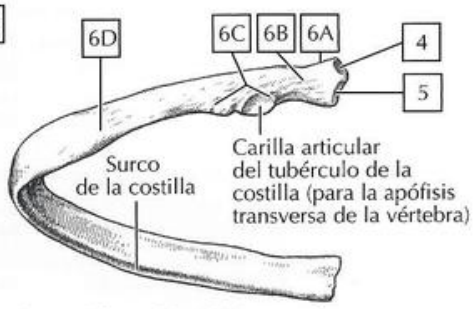
- ☐ **1. Cartílagos costales**
- ☐ **2. Clavícula**
- ☐ **3. Esternón y sus tres partes:**
  - **3A.** ***Manubrio***
  - **3B.** ***Cuerpo***
  - **3C.** ***Apófisis xifoides***
- ☐ **4. Carilla articular superior de la cabeza de la costilla: articulación de la cabeza de la costilla del mismo número que el número de la vértebra**
- ☐ **5. Carilla articular inferior de la cabeza de la costilla: articulación de la cabeza de la costilla un número mayor que el número de la vértebra**
- ☐ **6. Partes de una costilla típica (6A, cabeza; 6B, cuello; 6C, tubérculo; 6D, ángulo y resto de la costilla)**

Nota clínica:

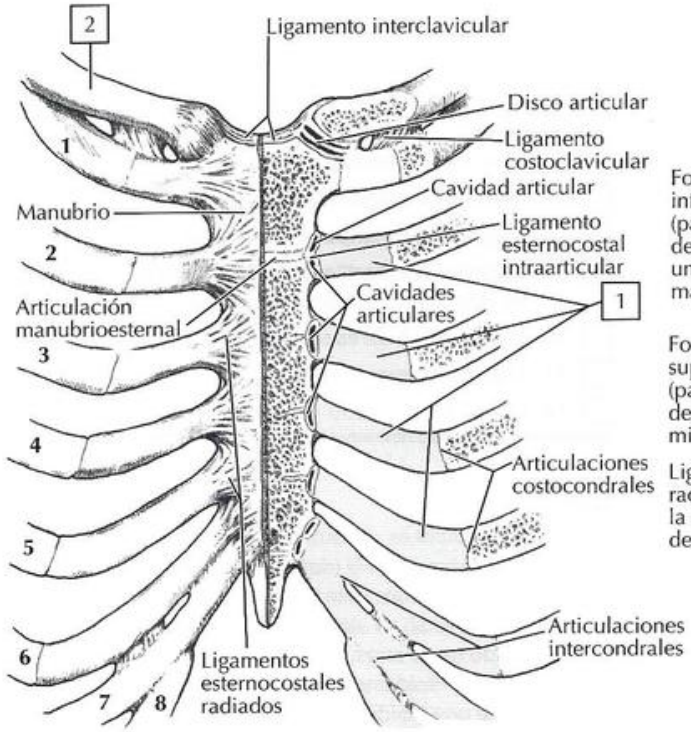
Un traumatismo torácico suele incluir **fracturas de costillas** (la 1.ª, la 11.ª y la 12.ª costillas están generalmente a salvo), lesiones por aplastamiento (comúnmente con fracturas de costillas) y heridas torácicas penetrantes (por arma blanca o arma de fuego). El dolor asociado con las fracturas costales a menudo es intenso debido a la expansión y contracción de la caja torácica durante la respiración.



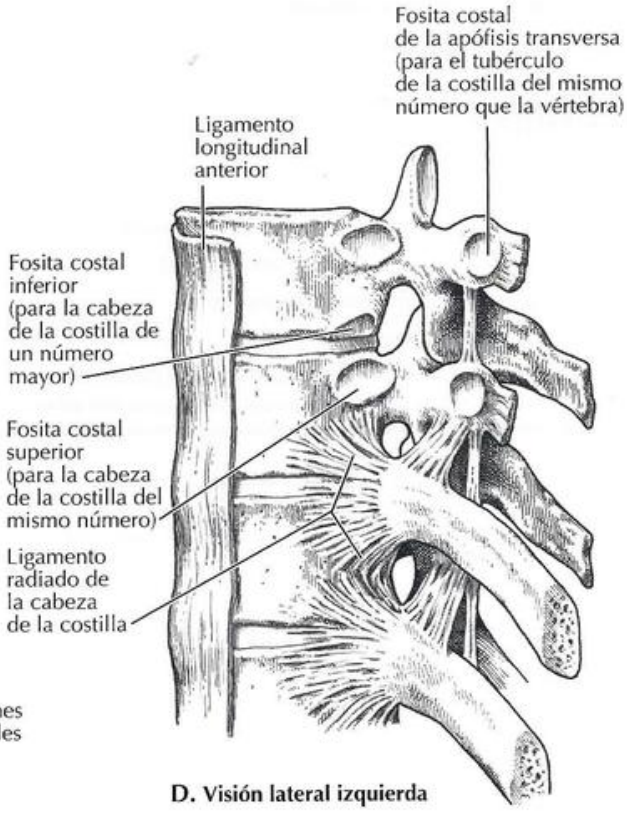
A. Caja torácica (sólo se muestra la cintura escapular derecha [clavícula y escápula])



B. Costilla media: visión posterior



C. Articulaciones esternocostales: visión anterior



D. Visión lateral izquierda

2 Articulaciones y ligamentos de la columna vertebral

Las **articulaciones craneovertebrales** son articulaciones sinoviales que ofrecen una gama relativamente amplia de movimiento en comparación con la mayoría de las articulaciones de la columna vertebral e incluyen:

- Articulación atlantooccipital, entre el **atlas** (C1) y el hueso occipital del cráneo; permite la flexión y extensión, como cuando movemos la cabeza para indicar «sí»
- Articulación atlantoaxial, entre el atlas y el **axis** (C2); permite movimientos de rotación, como cuando movemos la cabeza para indicar «no»

LIGAMENTO	INSERCIONES	COMENTARIO
Articulación atlantooccipital (sinovial biaxial condílea)		
Cápsula articular	Circunda las caras articulares y los cóndilos occipitales	Permite flexión y extensión
Membranas atlantooccipitales anterior y posterior	Desde los arcos anterior y posterior de C1 al agujero magno	Limitan el movimiento articular
Articulación atlantoaxial (sinovial uniaxial)		
Membrana tectoria	Desde el cuerpo del axis al borde del agujero magno	Es continuación del ligamento longitudinal posterior
Del vértice del diente	Diente a hueso occipital	Es muy pequeño
Alares	Diente a cóndilos occipitales	Limitan la rotación
Cruciforme	Diente a masas laterales	Semeja una cruz; permite la rotación

COLOREA los siguientes ligamentos de las articulaciones craneovertebrales (partes ***A-D***), utilizando un color diferente para cada ligamento:

- ☐ **1. Cápsula de la articulación atlantooccipital**
- ☐ **2. Cápsula de la articulación atlantoaxial**
- ☐ **3. Ligamento longitudinal posterior**
- ☐ **4. Ligamentos alares**
- ☐ **5. Ligamento cruciforme: fascículos longitudinales superior e inferior y ligamento transverso del atlas**

Las articulaciones de los **arcos vertebrales** (cigapofisarias) son articulaciones sinoviales planas entre las carillas articulares superiores e inferiores que permiten cierto movimiento de deslizamiento.

Las articulaciones de los **cuerpos vertebrales** son articulaciones cartilaginosas secundarias entre cuerpos vertebrales adyacentes. Estas uniones estables que soportan el peso también sirven como amortiguadores.

Los **discos intervertebrales** consisten en un **anillo fibroso,** fibrocartilaginoso, externo, y un **núcleo pulposo,** gelatinoso, interno. Los discos lumbares son los más gruesos y los de la parte superior de la columna torácica, los más delgados.

Los ligamentos longitudinales anterior y posterior ayudan a estabilizar estas articulaciones.

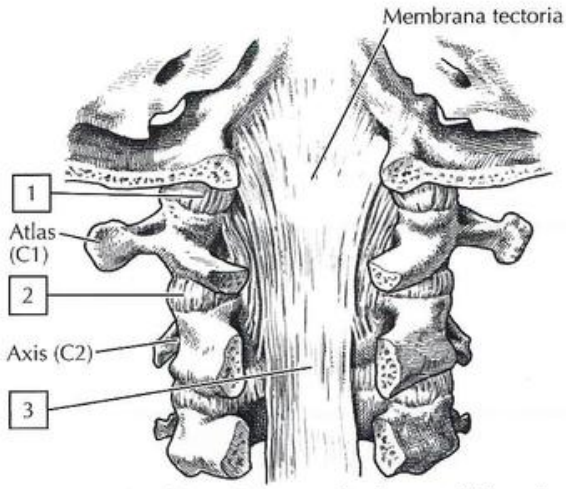
LIGAMENTO	INSERCIONES	COMENTARIO
Articulaciones cigapofisarias (sinoviales planas)		
Cápsula articular	Circunda las carillas articulares	Permite movimientos de deslizamiento C5-C6 es muy móvil L4-L5 permite una gran flexión
Articulaciones intervertebrales (cartilaginosas secundarias [sínfisis])		
Longitudinal anterior (LA)	Anterior a los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales	Es fuerte y previene la hiperextensión
Longitudinal posterior (LP)	Posterior a los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales	Es más débil que el LA y previene la hiperflexión
Amarillos	Conectan láminas de vértebras adyacentes	Limitan la flexión y son más elásticos
Interespinosos	Conectan apófisis espinosas	Son débiles
Supraespinoso	Conecta los vértices de las apófisis espinosas	Es fuerte y limita la flexión
Nucal	De C7 al hueso occipital	Es la extensión cervical del ligamento supraespinoso y es fuerte
Intertransversos	Conectan apófisis transversas	Son ligamentos débiles
Discos intervertebrales	Entre cuerpos adyacentes	Están reforzados por los ligamentos LA y LP

COLOREA los siguientes ligamentos de los arcos y cuerpos vertebrales (partes ***E*** y ***F***), utilizando un color diferente para cada ligamento:

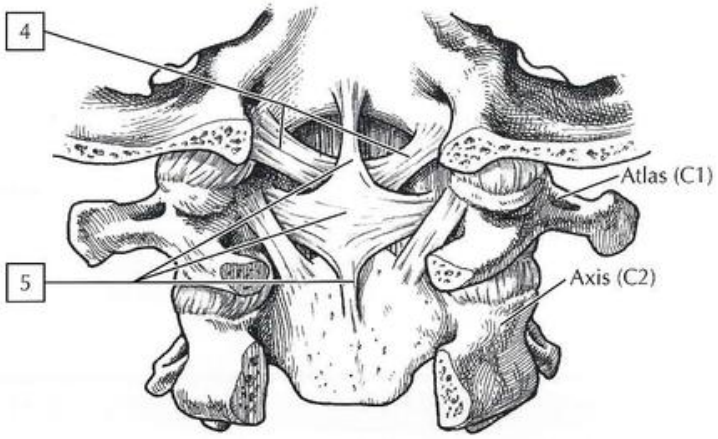
- ☐ **6. Disco intervertebral**
- ☐ **7. Ligamento longitudinal anterior**
- ☐ **8. Ligamento longitudinal posterior**
- ☐ **9. Ligamento amarillo (aparece de color amarillo, ya que contiene fibras elásticas)**
- ☐ **10. Ligamento interespinoso**
- ☐ **11. Ligamento supraespinoso**
- ☐ **12. Ligamento radiado de la cabeza de una costilla**

Nota clínica:

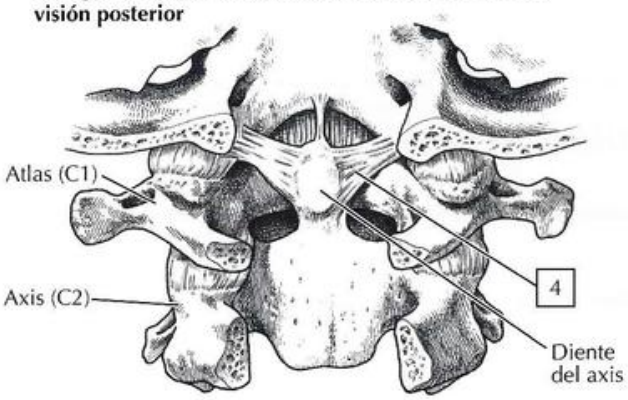
El **latigazo cervical** es un término no médico para una lesión por hiperextensión cervical (daños musculares, ligamentosos y/u óseos), que normalmente resulta de un accidente de tráfico en el que un vehículo es alcanzado por detrás. El cuello relajado es desplazado hacia atrás, o hiperextendido, al tiempo que el vehículo acelera rápidamente hacia delante. A continuación, el cuello sufre una rápida flexión extrema. Un reposacabezas correctamente ajustado puede reducir significativamente la aparición de lesiones por hiperextensión.



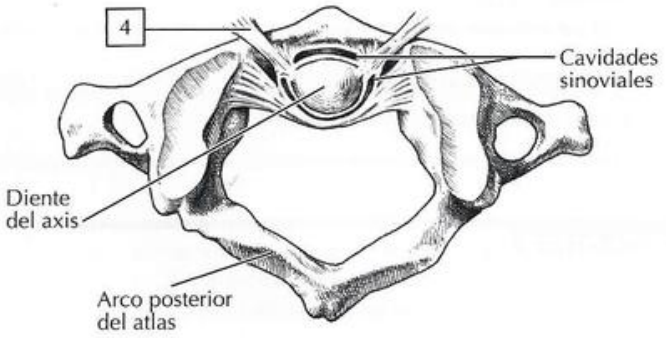
A. Parte superior del conducto vertebral con apófisis espinosas y parte de los arcos vertebrales extirpados para exponer los ligamentos posteriores de los cuerpos vertebrales: visión posterior



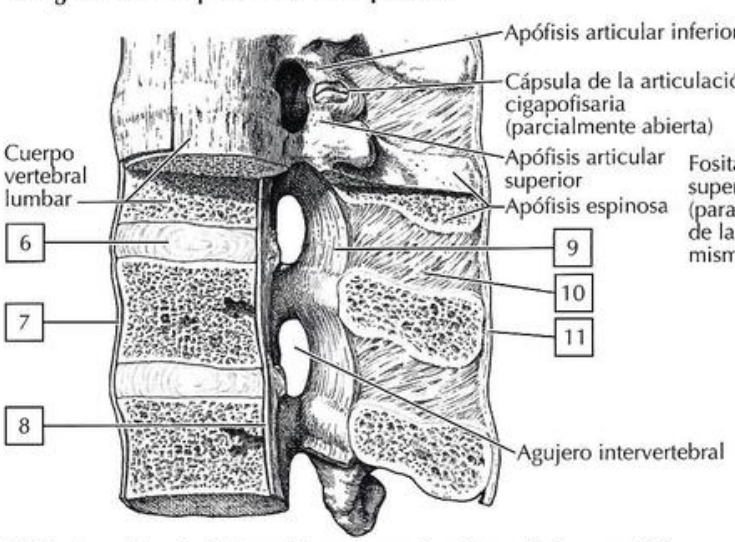
B. Porción principal de la membrana tectoria extirpada para exponer los ligamentos profundos: visión posterior



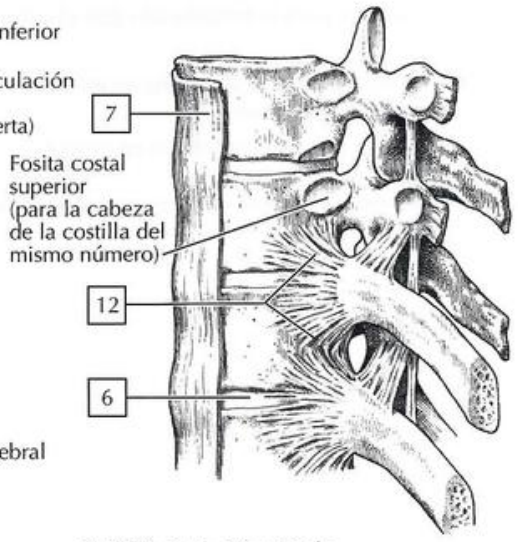
C. Ligamento cruciforme extirpado para mostrar los ligamentos más profundos: visión posterior



D. Articulación atlantoaxial media: visión superior



E. Visión lateral izquierda (parcialmente seccionada en el plano medio)



F. Visión lateral izquierda

2 Cintura escapular y brazo

La **cintura escapular** es el punto de unión del miembro superior a la pared torácica. La única articulación directa se encuentra entre la clavícula y el esternón, con el otro extremo de la clavícula articulándose con la **escápula** a nivel del acromion. El hueso del brazo, denominado **húmero,** se articula con la escápula en la cavidad glenoidea, formando la articulación del hombro o glenohumeral. El extremo distal del húmero contribuye a la articulación del codo. Numerosos músculos actúan sobre la articulación del hombro, dándole una gran movilidad. La escápula, de forma triangular, por ejemplo, es el lugar de inserción de **16 músculos diferentes.** Las características de la clavícula, la escápula y el húmero se resumen en la siguiente tabla.

COLOREA cada uno de los siguientes huesos de la cintura escapular (parte ***A***), utilizando un color diferente para cada hueso:

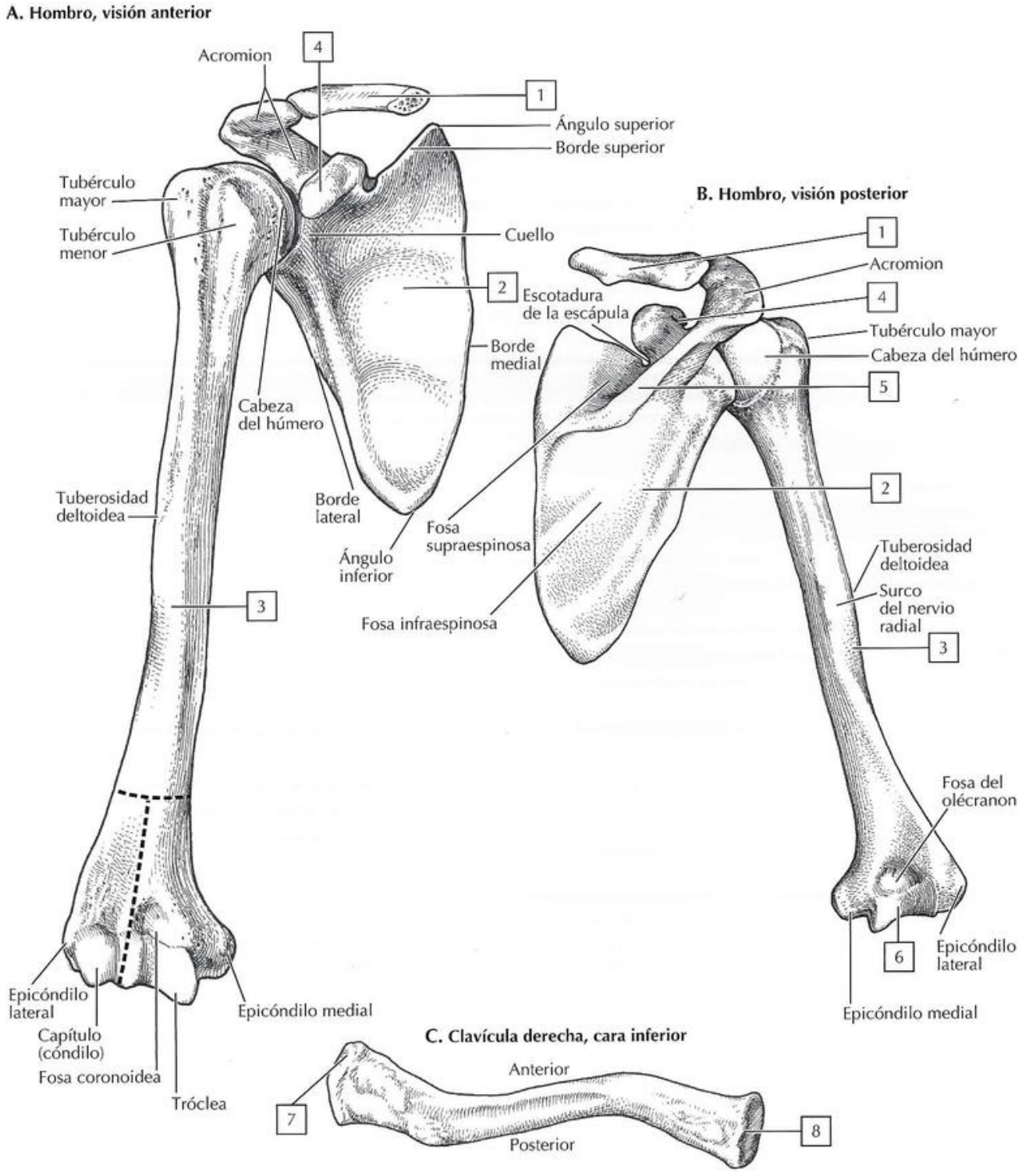
- ☐ **1. Clavícula**
- ☐ **2. Escápula**
- ☐ **3. Húmero**

CLAVÍCULA	ESCÁPULA	HÚMERO
Hueso cilíndrico con forma de S ligeramente incurvada	Hueso plano triangular	Hueso largo
Tercio medio: porción más estrecha	Cavidad glenoidea poco profunda	Cabeza proximal: se articula con la cavidad glenoidea de la escápula
Primer hueso en osificarse pero último en fusionarse	Localización para inserciones de 17 músculos	Cóndilos distales, medial y lateral; se articula en el codo con el cúbito y el radio
Se forma por osificación intramembranosa	Fracturas relativamente infrecuentes	El cuello quirúrgico es una zona de fractura frecuente que compromete al nervio axilar
Hueso más frecuentemente fracturado		
Actúa como un puntal para mantener el miembro alejado del tronco		

COLOREA cada uno de los siguientes elementos de los huesos de la cintura escapular (partes ***B*** y ***C***), utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **4. Apófisis coracoides de la escápula**
- ☐ **5. Espina de la escápula**
- ☐ **6. Tróclea del húmero: para la articulación con el cúbito en el codo**
- ☐ **7. Cara articular acromial de la clavícula: se articula con la escápula en el acromion**
- ☐ **8. Cara articular esternal de la clavícula: se articula con el manubrio del esternón**

Nota clínica:
La **clavícula** es el hueso más frecuentemente fracturado del cuerpo, especialmente en niños. Las fracturas suelen ocurrir por una caída sobre la mano extendida o un traumatismo directo en el hombro. Las fracturas de la clavícula ocurren por lo general en el tercio medio del hueso.


A. Hombro, visión anterior
Acromion
4
1
Ángulo superior
Borde superior
Tubérculo mayor
Tubérculo menor
Cuello
2
Escotadura de la escápula
Borde medial
Cabeza del húmero
Tuberosidad deltoidea
Borde lateral
Ángulo inferior
3
Epicóndilo lateral
Capítulo (cóndilo)
Fosa coronoidea
Tróclea
Epicóndilo medial
B. Hombro, visión posterior
1
Acromion
4
Tubérculo mayor
Cabeza del húmero
5
2
Fosa supraespinosa
Fosa infraespinosa
Tuberosidad deltoidea
Surco del nervio radial
3
Fosa del olécranon
6
Epicóndilo lateral
Epicóndilo medial
C. Clavícula derecha, cara inferior
Anterior
7
8
Posterior

2 Articulación del hombro

La **articulación del hombro,** o **glenohumeral,** es una articulación sinovial multiaxial esferoidea que permite la gran movilidad del miembro superior. Debido a la naturaleza superficial de esta articulación esferoidea y su cápsula relativamente laxa, la articulación del hombro es una de las articulaciones más frecuentemente luxadas del cuerpo. La **articulación acromioclavicular** es una articulación sinovial plana que permite un cierto movimiento de deslizamiento cuando se levanta el brazo y rota la escápula. La articulación del hombro está reforzada por cuatro **músculos del manguito de los rotadores,** cuyos tendones ayudan a estabilizar la articulación (v. también la lámina 3-17 sobre los músculos del manguito de los rotadores):

- Supraespinoso
- Infraespinoso
- Redondo menor
- Subescapular

Las bolsas sinoviales ayudan a reducir la fricción separando los tendones de los músculos de la cápsula fibrosa de la articulación del hombro. Además, aunque la cavidad glenoidea de la escápula es poco profunda, un reborde de fibrocartílago, denominado rodete glenoideo, reviste el borde periférico de la cavidad, como un collar, y profundiza la cavidad. Observa también que el tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial pasa profundo a la cápsula articular para insertarse en el tubérculo supraglenoideo de la escápula. Las características de los ligamentos de la articulación del hombro y las bolsas se resumen en la siguiente tabla.

LIGAMENTO O BOLSA	INSERCIONES	COMENTARIO
Articulación acromioclavicular (sinovial plana)		
Cápsula y disco articulares	Rodea la articulación	Permite movimientos de deslizamiento cuando se eleva el brazo y rota la escápula
Acromioclavicular	Desde acromion a clavícula	
Coracoclavicular (ligamentos conoideo y trapezoideo)	Desde clavícula a apófisis coracoides	Refuerza la articulación
Articulación del hombro (glenohumeral) (sinovial multiaxial esferoidea)		
Cápsula articular	Rodea la articulación	Permite la flexión, extensión, abducción, aducción, rotación y circunducción; articulación más frecuentemente luxada
Coracohumeral	Desde apófisis coracoides a tubérculo mayor del húmero	
Glenohumerales	Desde tubérculo supraglenoideo a tubérculo menor del húmero	Formado por refuerzos superior, medio e inferior
Transverso del húmero	Se extiende entre los tubérculos mayor y menor del húmero	Retiene el tendón de la cabeza larga del bíceps braquial en el surco intertubercular
Rodete glenoideo	Borde de la cavidad glenoidea de la escápula	Es un ligamento fibrocartilaginoso que profundiza la cavidad glenoidea
Bolsas		
Subacromial		Entre el arco coracoacromial y el músculo supraespinoso
Subdeltoidea		Entre el músculo deltoides y la cápsula articular
Subescapular		Entre el tendón del subescapular y el cuello de la escápula

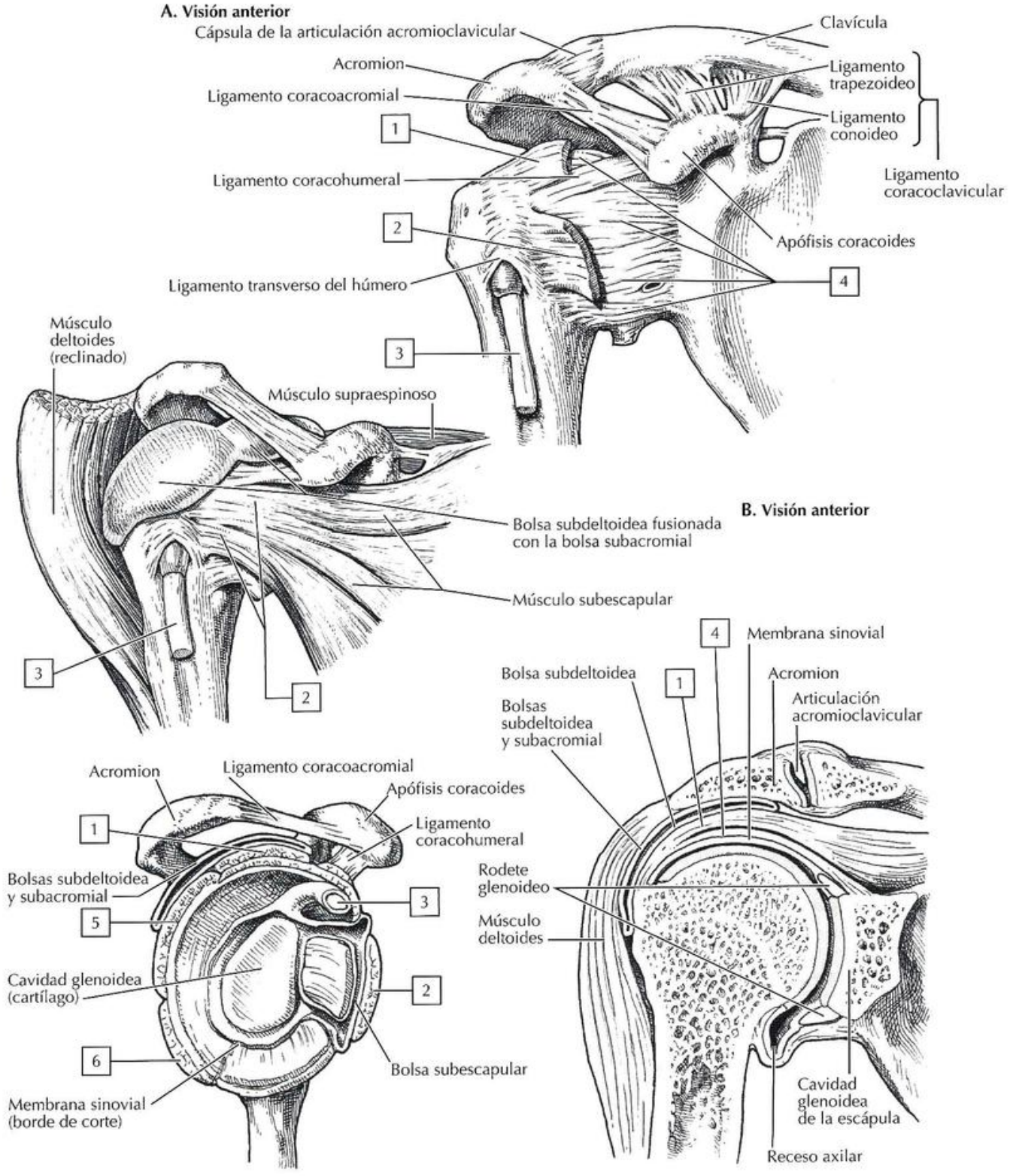
COLOREA los siguientes ligamentos, tendones y bolsas sinoviales etiquetadas en C y D (colorearlos de azul) asociados con la articulación del hombro, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Tendón del supraespinoso**
- ☐ **2. Tendón del subescapular**
- ☐ **3. Tendón del bíceps braquial (cabeza larga)**
- ☐ **4. Ligamentos capsulares del hombro**
- ☐ **5. Tendón del infraespinoso**
- ☐ **6. Tendón del redondo menor**

Nota clínica:

El movimiento en la articulación del hombro, o en cualquier articulación, puede conducir a la inflamación de los tendones que rodean esa articulación y a la inflamación secundaria de las bolsas sinoviales que amortiguan a la articulación de la acción de los músculos o tendones suprayacentes. En el hombro, el tendón del músculo supraespinoso es especialmente vulnerable, ya que puede ser pellizcado por el tubérculo mayor del húmero, el acromion y el ligamento coracoacromial.

Alrededor del 95% de las luxaciones del hombro se producen en una dirección anterior. A menudo, esto puede suceder con un movimiento de lanzamiento, que ejerce estrés sobre la cápsula y los elementos anteriores del manguito de los rotadores (especialmente el tendón del subescapular).


A. Visión anterior
Cápsula de la articulación acromioclavicular
Clavícula
Acromion
Ligamento trapezoideo
Ligamento coracoacromial
Ligamento conoideo
1
Ligamento coracoclavicular
Ligamento coracohumeral
2
Apófisis coracoides
Ligamento transverso del húmero
4
Músculo deltoides (reclinado)
3
Músculo supraespinoso
B. Visión anterior
Bolsa subdeltoidea fusionada con la bolsa subacromial
Músculo subescapular
3
2
4
Membrana sinovial
Bolsa subdeltoidea
1
Acromion
Bolsas subdeltoidea y subacromial
Articulación acromioclavicular
Acromion
Ligamento coracoacromial
Apófisis coracoides
1
Ligamento coracohumeral
Bolsas subdeltoidea y subacromial
3
Rodete glenoideo
5
Músculo deltoides
Cavidad glenoidea (cartílago)
2
6
Bolsa subescapular
Membrana sinovial (borde de corte)
Cavidad glenoidea de la escápula
Receso axilar
C. Articulación abierta: visión lateral
D. Sección coronal a través de la articulación

2 Antebrazo y articulación del codo

El antebrazo se extiende desde el codo proximalmente al carpo (muñeca) distalmente y está compuesto por dos huesos, el **radio** lateralmente y el **cúbito** medialmente. El radio es el más corto de los dos huesos. La región inmediatamente anterior al codo se conoce como **fosa del codo** (codo es un término antiguo de medición lineal y era la longitud desde el codo hasta la punta del dedo medio) y es un sitio habitual para la venopunción (acceso a una vena para extraer sangre o administrar líquidos).

Una membrana interósea conecta el radio y el cúbito y forma un tipo de articulación fibrosa. Los movimientos de supinación (palma hacia delante en la posición anatómica) y pronación (palma hacia atrás) son movimientos únicos del carpo y la mano, pero ocurren exclusivamente en el antebrazo con el cruce del radio sobre el cúbito (pronación) o con el movimiento contrario alrededor del cúbito (supinación) (v. partes ***A-C***).

COLOREA estos huesos y observa sus elementos constituyentes:

- ☐ **1. Radio**
- ☐ **2. Cúbito**

La articulación del codo está compuesta de las siguientes articulaciones; sus ligamentos y características se resumen en la siguiente tabla:

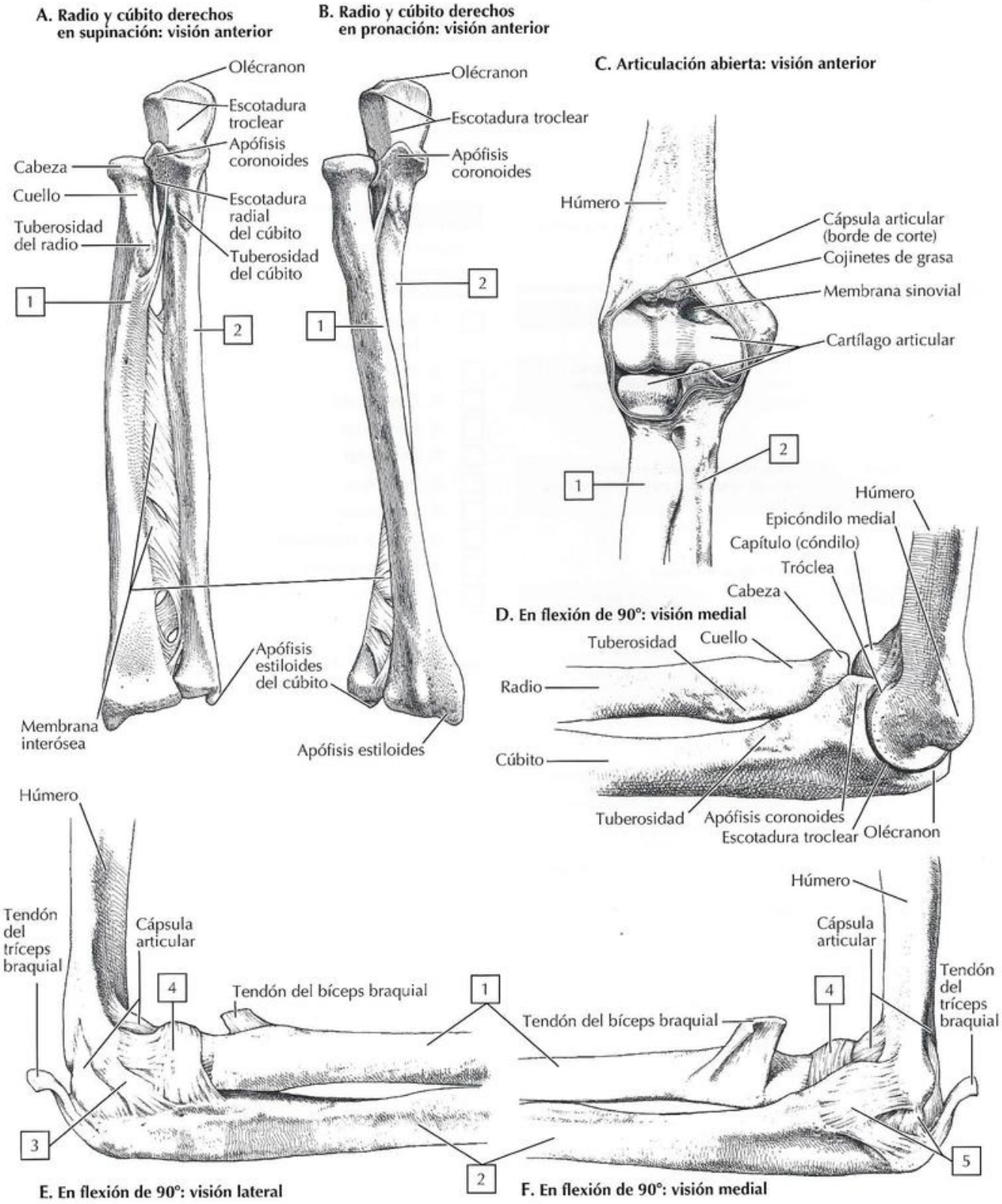
- Humerocubital: para la flexión y extensión, la escotadura troclear del cúbito se articula con la tróclea del húmero
- Humerorradial: para la flexión y extensión, la cabeza del radio se articula con el capítulo (cóndilo) del húmero
- Radiocubital proximal: para la supinación y pronación, la cabeza del radio se articula con la escotadura radial del cúbito

LIGAMENTO	INSERCIONES	COMENTARIO
Articulación humerocubital (sinovial uniaxial tipo gínglimo [troclear])		
Cápsula articular	Rodea la articulación	Permite flexión y extensión
Colateral cubital (medial)	Del epicóndilo medial del húmero a la apófisis coronoides y el olécranon del cúbito	Es un ligamento triangular con bandas anterior, posterior y oblicua
Articulación humerorradial		
Cápsula articular	Rodea la articulación	Articula el capítulo (cóndilo) del húmero en la cabeza del radio
Colateral radial (lateral)	Del epicóndilo lateral del húmero a la escotadura radial del cúbito y el ligamento anular	Es más débil que el ligamento colateral cubital, pero proporciona estabilidad posterolateral
Articulación radiocubital proximal (sinovial uniaxial trocoide)		
Ligamento anular	Rodea la cabeza del radio y la escotadura radial del cúbito	Mantiene la cabeza del radio en la escotadura radial; permite la pronación y supinación

COLOREA los siguientes ligamentos clave de la articulación del codo (partes ***D-F***), utilizando un color diferente para cada ligamento:

- ☐ **3. Ligamento colateral radial: en el lado lateral del codo**
- ☐ **4. Ligamento anular: rodea la cabeza del radio en la articulación radiocubital proximal**
- ☐ **5. Ligamento colateral cubital: en el lado medial del codo**

Nota clínica:
Las **luxaciones del codo** ocupan el tercer lugar en frecuencia después de las del hombro y los dedos. La luxación se produce a menudo por una caída sobre la mano extendida; la luxación en dirección posterior es la más corriente.


A. Radio y cúbito derechos en supinación: visión anterior
Olécranon
Escotadura troclear
Apófisis coronoides
Cabeza
Cuello
Escotadura radial del cúbito
Tuberosidad del radio
Tuberosidad del cúbito
1
2
Apófisis estiloides del cúbito
Membrana interósea
Apófisis estiloides
B. Radio y cúbito derechos en pronación: visión anterior
Olécranon
Escotadura troclear
Apófisis coronoides
2
1
C. Articulación abierta: visión anterior
Húmero
Cápsula articular (borde de corte)
Cojinetes de grasa
Membrana sinovial
Cartílago articular
2
1
D. En flexión de 90°: visión medial
Húmero
Epicóndilo medial
Capítulo (cóndilo)
Tróclea
Cabeza
Tuberosidad
Cuello
Radio
Cúbito
Tuberosidad
Apófisis coronoides
Escotadura troclear
Olécranon
Húmero
Tendón del tríceps braquial
Cápsula articular
4
Tendón del bíceps braquial
1
3
2
E. En flexión de 90°: visión lateral
Húmero
Cápsula articular
Tendón del tríceps braquial
4
Tendón del bíceps braquial
5
F. En flexión de 90°: visión medial

2 Carpo y mano

El carpo (muñeca) y la mano se componen de los siguientes 29 huesos:

- 8 huesos del carpo, dispuestos en filas proximal y distal de 4 huesos cada una
- 5 metacarpianos, que abarcan la palma de la mano
- 14 falanges, 2 para el pulgar (1.er dedo) y 3 para cada uno de los 4 dedos restantes
- 2 huesos sesamoideos, situados en el extremo distal del metacarpiano del pulgar

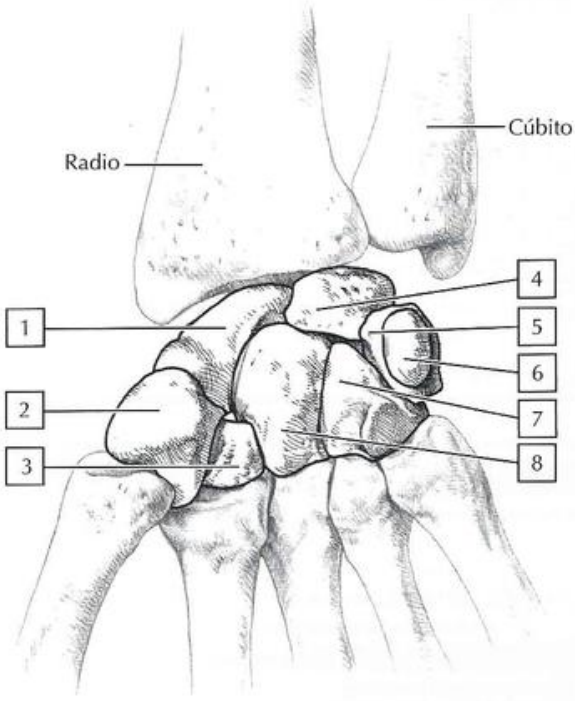
Estos huesos y sus características se resumen en la siguiente tabla.

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Fila proximal de huesos del carpo	
Escafoides (en forma de barco)	Se sitúa en la profundidad de la tabaquera anatómica; es el hueso del carpo más frecuentemente fracturado
Semilunar (en forma de luna creciente)	
Piramidal (triangular)	Los tres huesos (escafoides, semilunar y piramidal) se articulan con el extremo distal del radio
Pisiforme (en forma de guisante)	
Fila distal de huesos del carpo	
Trapecio (cuatro lados)	La fila distal se articula con la fila proximal del carpo y con los huesos metacarpianos 1-5
Trapezoide	
Grande (capitado) (hueso redondeado)	
Ganchoso (hueso con un gancho)	
Huesos metacarpianos	
Se numeran del 1 al 5	Poseen una base, un cuerpo y una cabeza
(pulgar a dedo meñique)	En sección transversal son triangulares
	El quinto metacarpiano es el más frecuentemente fracturado
Dos huesos sesamoideos	Están relacionados con la cabeza del primer metacarpiano
Falanges	
Tres para cada dedo, excepto el pulgar	Poseen una base, un cuerpo y una cabeza
	Se denominan proximal, media y distal
	La falange distal del dedo medio es la más frecuentemente fracturada

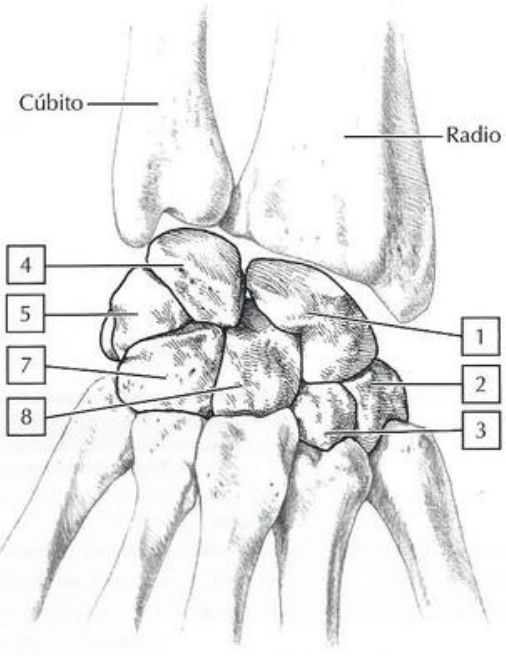
Los huesos del carpo no están alineados en un único plano, sino que forman un arco, el **surco del carpo,** con su cara cóncava mirando anteriormente. Los tendones de los músculos del antebrazo, los vasos y los nervios pasan a través de o cruzan este surco para tener acceso a la mano. Una banda estrecha de tejido conectivo, el retináculo flexor, se extiende de un lado a otro del surco formando un «túnel carpiano» para las estructuras que pasan a través del surco.

COLOREA los siguientes huesos del carpo y la mano, utilizando diferentes colores para cada hueso carpiano, un mismo color para los metacarpianos, otro para todas las falanges de los dedos y otro para los huesos sesamoideos:

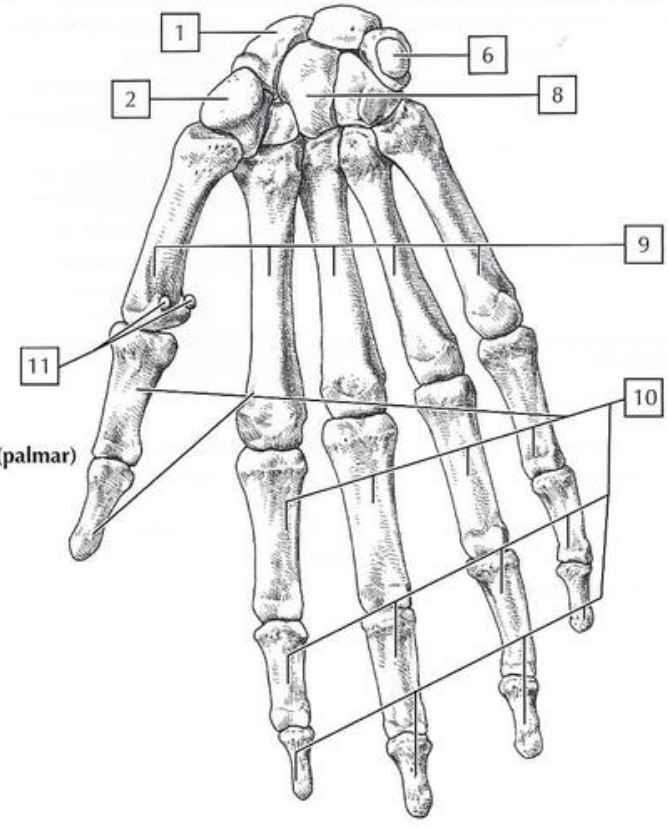
- ☐ **1. Escafoides: algunos clínicos se refieren a este hueso como el navicular («pequeño barco»)**
- ☐ **2. Trapecio**
- ☐ **3. Trapezoide**
- ☐ **4. Semilunar**
- ☐ **5. Piramidal**
- ☐ **6. Pisiforme**
- ☐ **7. Ganchoso**
- ☐ **8. Grande (capitado)**
- ☐ **9. Metacarpianos**
- ☐ **10. Falanges de cada dedo**
- ☐ **11. Huesos sesamoideos (dos en el extremo distal del metacarpiano del pulgar)**



A. Visión anterior (palmar)



B. Visión posterior (dorsal)



C. Visión anterior (palmar)

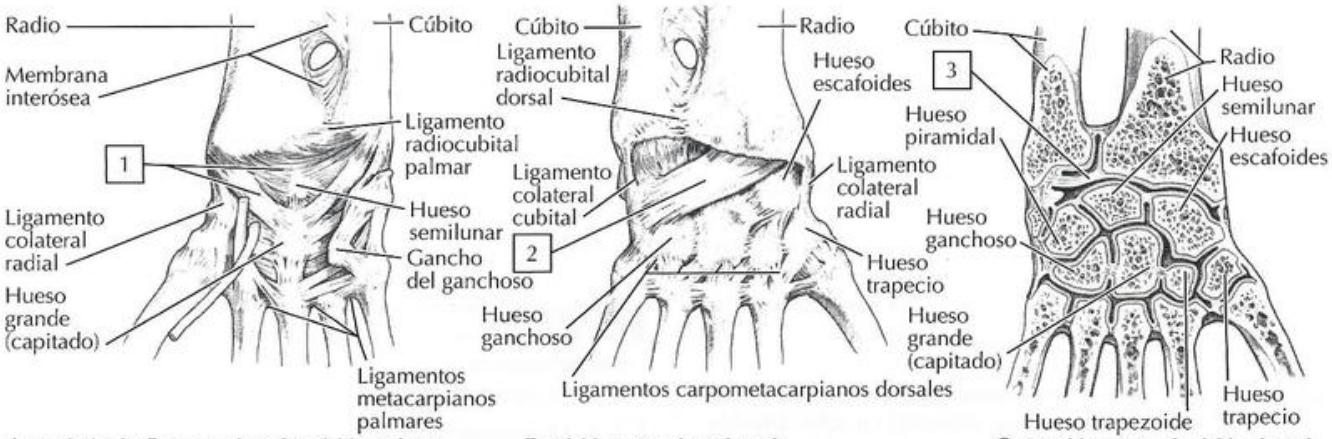
2 Articulaciones y movimientos del carpo y de los dedos

La clasificación y los ligamentos de las articulaciones del carpo y de los dedos se resumen en la siguiente tabla. La articulación radiocarpiana (sinovial biaxial elipsoide [condílea]) es una articulación entre la porción distal del radio y los huesos escafoides, semilunar y piramidal del carpo, y el disco articular a nivel de la porción distal del cúbito. En la página contigua, observa los movimientos de los dedos asociados con estas articulaciones.

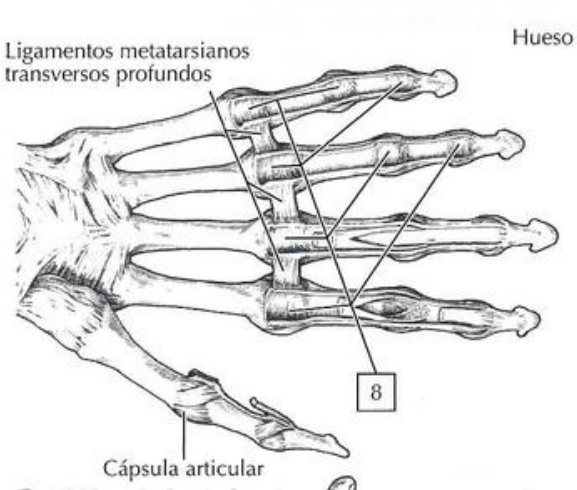
COLOREA los siguientes ligamentos principales, utilizando un color diferente para cada ligamento:

- ☐ **1. Ligamento radiocarpiano palmar**
- ☐ **2. Ligamento radiocarpiano dorsal**
- ☐ **3. Disco articular de la articulación radiocarpiana**
- ☐ **4. Cápsula de una articulación metacarpofalángica**
- ☐ **5. Cápsula de una articulación interfalángica proximal**
- ☐ **6. Cápsula de una articulación interfalángica distal**
- ☐ **7. Ligamento colateral de una articulación metacarpofalángica**
- ☐ **8. Ligamento (placa) palmar**

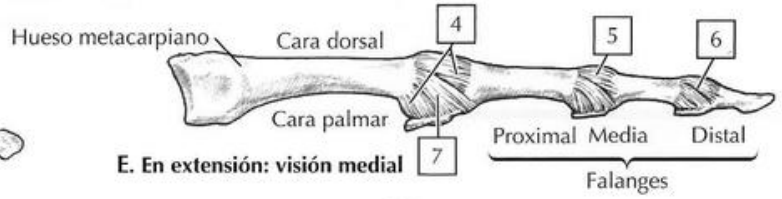
LIGAMENTO	INSERCIONES	COMENTARIO
	Articulación radiocarpiana (sinovial biaxial elipsoide [condílea])	
Cápsula y disco articulares	Rodea la articulación; desde radio a escafoides, semilunar y piramidal	Proporciona un soporte mínimo; permite flexión, extensión, abducción, aducción y circunducción
Radiocarpiano palmar (volar)	Desde radio a escafoides, semilunar y piramidal	Es fuerte y estabiliza
Radiocarpiano dorsal	Desde radio a escafoides, semilunar y piramidal	Es un ligamento muy débil
Colateral radial	Desde radio a escafoides y piramidal	Estabiliza la fila proximal del carpo
	Articulación radiocubital distal (sinovial uniaxial trocoide)	
Cápsula articular	Rodea la articulación; articula la cabeza del cúbito en la escotadura cubital del radio	Superiormente es delgada; permite pronación y supinación
Radiocubitales palmar y dorsal	Se extienden transversalmente entre los dos huesos	El disco articular mantiene unidos a los huesos
	Articulaciones intercarpianas (sinoviales planas)	
Fila proximal del carpo	Huesos adyacentes del carpo	Permiten movimientos de deslizamiento y resbalamiento
Fila distal del carpo	Huesos adyacentes del carpo	Están unidos por ligamentos anteriores, posteriores e interóseos
	Articulaciones mediocarpianas (sinoviales planas)	
Intercarpianas palmares (volares)	Filas proximal y distal del carpo	En ellas se efectúa 1/3 de la extensión y 2/3 de la flexión del carpo; permiten movimientos de deslizamiento y resbalamiento
Colaterales del carpo	Desde escafoides, semilunar y piramidal a grande y ganchoso	Estabilizan la fila distal (articulación sinovial elipsoide [condílea])
	Articulaciones carpometacarpianas (CMC) (sinoviales planas) (excepto pulgar)	
Cápsula articular	Desde huesos del carpo a huesos metacarpianos de los dedos 2-5	Rodea las articulaciones; permite cierto movimiento de deslizamiento
CMC palmares y dorsales	Desde huesos del carpo a huesos metacarpianos de los dedos 2-5	Ligamento dorsal más fuerte
CMC interóseos	Desde huesos del carpo a huesos metacarpianos de los dedos 2-5	
	Articulación CMC del pulgar (sinovial biaxial en silla de montar)	
Mismos ligamentos que las articulaciones CMC	Trapecio a primer hueso metacarpiano	Permite flexión, extensión, abducción, aducción y circunducción
		Es una localización frecuente de artrosis
	Articulación metacarpofalángica (sinovial biaxial condílea)	
Cápsula articular	Desde hueso metacarpiano a falange proximal	Rodea la articulación; permite flexión, extensión, abducción, aducción y circunducción
Colaterales radial y cubital	Desde hueso metacarpiano a falange proximal	Están tensos en la flexión y laxos en la extensión
Ligamento (placa) palmar (volar)	Desde hueso metacarpiano a falange proximal	Si el dedo se rompe, debe enyesarse en flexión para que el ligamento no se acorte
	Articulaciones interfalángicas (sinoviales uniaxiales gínglimos [trocleares])	
Cápsula articular	Falanges adyacentes	Rodea la articulación; permite flexión y extensión
Dos colaterales	Falanges adyacentes	Están orientados oblicuamente
Ligamento (placa) palmar (volar)	Falanges adyacentes	Previene la hiperextensión



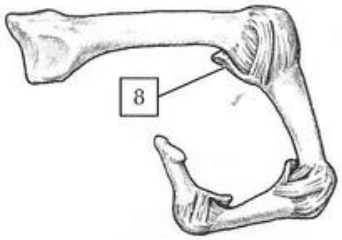
A. Retináculo flexor extirpado: visión palmar **B. Visión posterior (dorsal)** **C. Sección coronal: visión dorsal**



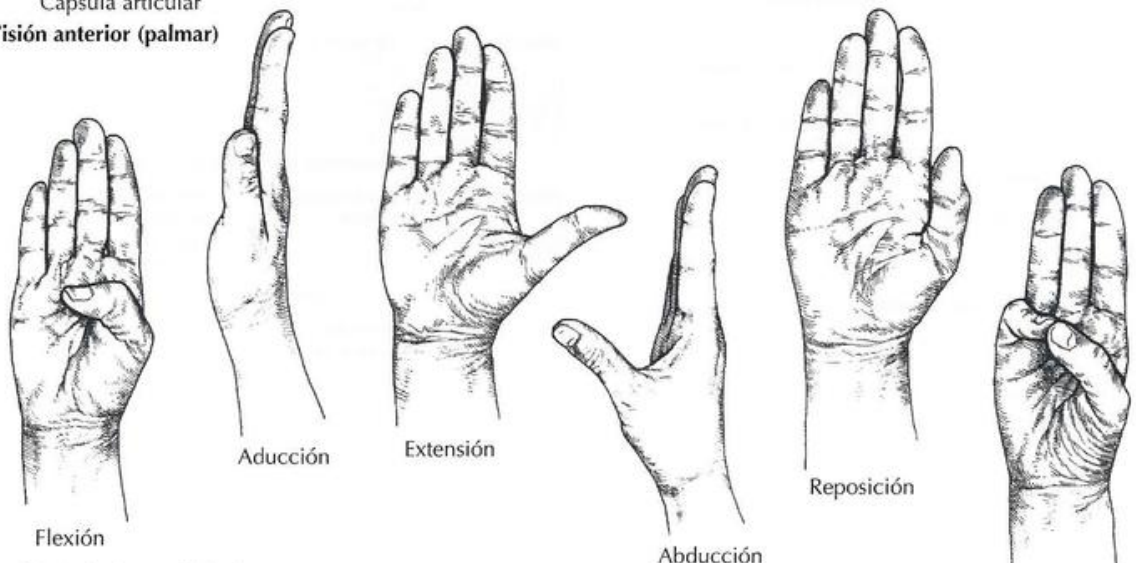
D. Visión anterior (palmar)



E. En extensión: visión medial



F. En flexión: visión medial



G. Movimientos del pulgar

2 Cintura pélvica

La **cintura pélvica** es el punto de unión del miembro inferior al tronco. La pelvis ósea incluye:

- **Hueso coxal:** una fusión de tres huesos separados denominados **ilion, isquion** y **pubis,** los cuales se unen entre sí en el acetábulo (una estructura en forma de copa para la articulación con la cabeza del fémur, el hueso del muslo); los dos huesos coxales (derecho e izquierdo) se articulan con el sacro posteriormente y a nivel de la sínfisis del pubis anteriormente
- **Sacro:** una fusión de las cinco vértebras sacras de la columna vertebral
- **Cóccix:** el extremo terminal de la columna vertebral y un resto de nuestra cola embrionaria

COLOREA la cintura pélvica, utilizando un color diferente para cada uno de los siguientes huesos (partes ***A*** y ***B***):

- ☐ **1. Isquion**
- ☐ **2. Ilion**
- ☐ **3. Pubis**

Los tres huesos de la pelvis se fusionan en un solo hueso al final de la adolescencia. Además, existen diferencias de género en la estructura de la pelvis que representan adaptaciones para el parto. Por ejemplo, la pelvis femenina tiene las crestas ilíacas más anchas y un arco del pubis más amplio que la pelvis masculina. Finalmente, la pelvis se articula con el sacro a nivel de la articulación sacroilíaca (sinovial plana), que está reforzada por fuertes ligamentos que proporcionan estabilidad y soporte. Las articulaciones y los ligamentos de la cintura pélvica se resumen en la siguiente tabla.

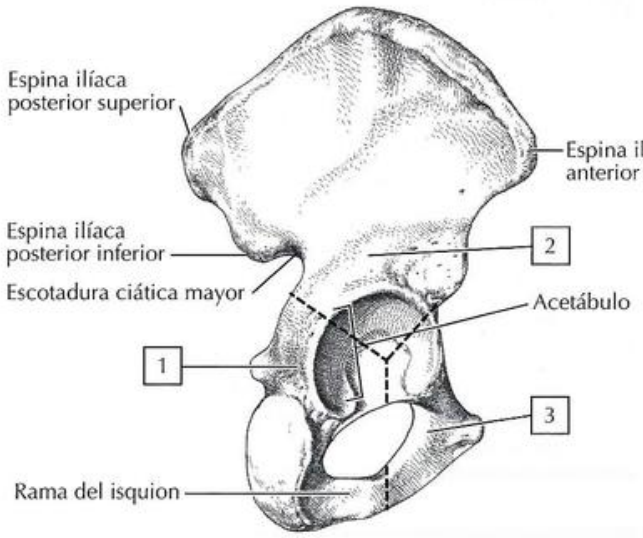
COLOREA los siguientes ligamentos clave de las articulaciones de la pelvis (partes ***C*** y ***D***), utilizando un color diferente para cada ligamento:

- ☐ **4. Ligamento sacroilíaco posterior**
- ☐ **5. Ligamento sacroespinoso: separa las escotaduras ciáticas en los agujeros ciáticos mayor y menor**
- ☐ **6. Ligamento sacrotuberoso**
- ☐ **7. Ligamento sacroilíaco anterior**
- ☐ **8. Sínfisis del pubis: fibrocartílago que permite cierta expansión durante el parto**

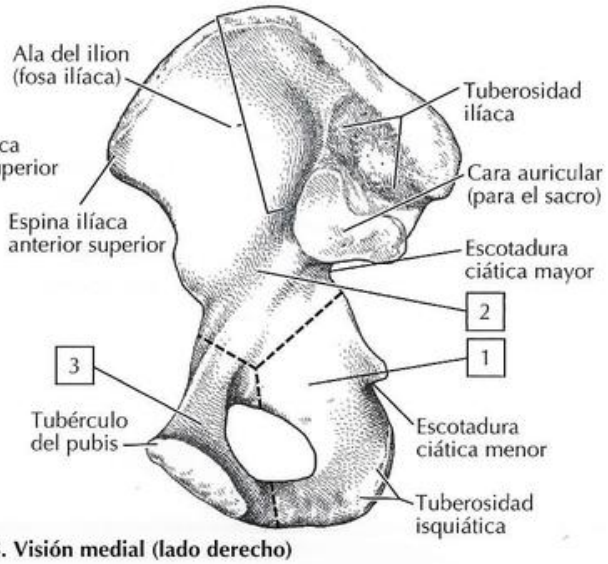
ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
	Hueso coxal
	Fusión de tres huesos en cada lado para formar la pelvis, que se articula con el sacro para formar la cintura pélvica
Ilion	El cuerpo se fusiona con el isquion y el pubis, uniéndose todos en el acetábulo (cavidad para la articulación con la cabeza del fémur)
	Ala: zona débil del ilion
Isquion	El cuerpo se fusiona con los otros dos huesos; la rama se fusiona con el pubis
Pubis	El cuerpo se fusiona con los otros dos huesos; la rama se fusiona con el isquion
	Fémur (porción proximal)
Hueso largo	Hueso más largo del cuerpo y muy fuerte
Cabeza	Estructura para la articulación con el acetábulo del coxal
Cuello	Lugar frecuente de fractura
Trocánter mayor	Punta de la cadera; lugar de inserción para varios músculos glúteos
Trocánter menor	Lugar de inserción del tendón del iliopsoas (potente flexor de la cadera)

LIGAMENTO	INSERCIONES	COMENTARIO
	Articulación lumbosacra*	
Disco intervertebral (IV)	Entre L5 y sacro	Permite pequeños movimientos
Iliolumbar	De apófisis transversa de L5 a cresta ilíaca	Puede estar afectado en fracturas por avulsión
	Articulación sacroilíaca (sinovial plana)	
Sacroilíacos	De sacro a ilion	Permiten pequeños movimientos; constan de ligamentos posterior (fuerte), anterior (proporciona estabilidad rotacional) e interóseo (el más fuerte)
	Articulación sacrococcígea (sínfisis)	
Sacrococcígeo	Entre cóccix y sacro	Permite algún movimiento; consta de ligamentos anterior, posterior y laterales; contiene un disco intervertebral entre S5 y Co1
	Sínfisis del pubis	
Púbicos	Entre los dos huesos del pubis	Permiten cierto movimiento, disco fibrocartilaginoso
	Ligamentos accesorios	
Sacrotuberoso	De espinas ilíacas posteriores y sacro a tuberosidad isquiática	Proporciona estabilidad vertical
Sacroespinoso	De espina ciática a sacro y cóccix	Separa las escotaduras ciáticas en los agujeros ciáticos mayor y menor

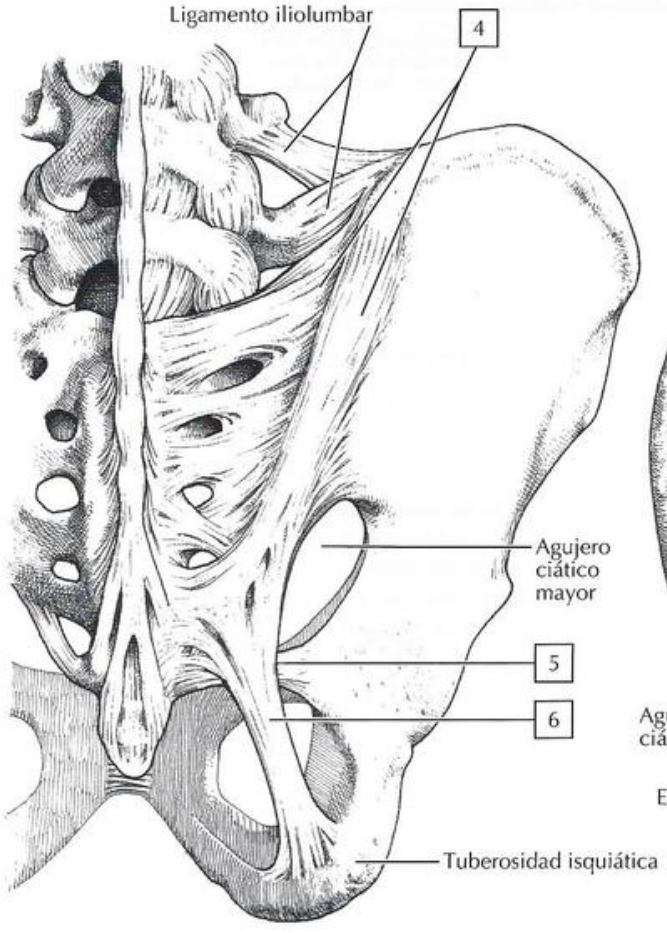
*Otros ligamentos son aquellos que unen dos vértebras cualesquiera y las carillas articulares.



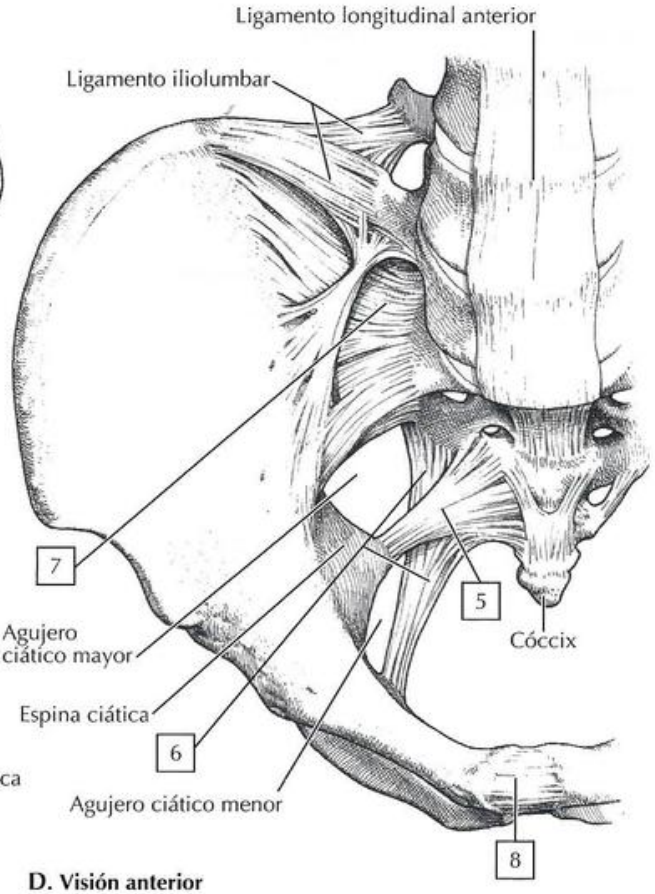
A. Visión lateral (lado derecho)



B. Visión medial (lado derecho)



C. Visión posterior



D. Visión anterior

2 Articulación de la cadera

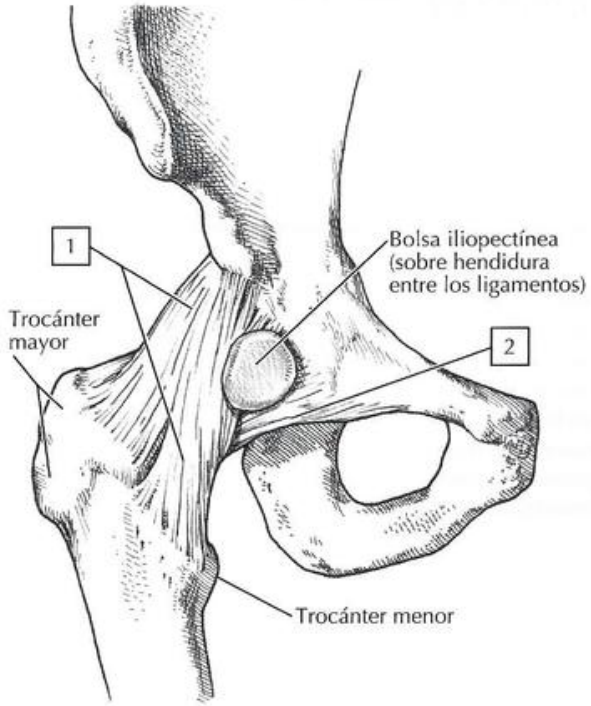
La articulación de la cadera es una articulación sinovial multiaxial esferoidea entre la cabeza del fémur y el acetábulo del hueso coxal. A diferencia de la articulación esferoidea del hombro, la articulación de la cadera está diseñada para la estabilidad y el soporte a expensas de una cierta movilidad. Al igual que en la articulación del hombro, el acetábulo está bordeado por un «labio» fibrocartilaginoso denominado **rodete acetabular** que profundiza la cavidad. Las características de la articulación de la cadera se resumen en la siguiente tabla. Los ligamentos de la articulación de la cadera incluyen tres ligamentos principales que rodean la articulación de la cadera y un ligamento interno de la cabeza del fémur.

COLOREA los siguientes ligamentos de la articulación de la cadera, utilizando un color diferente para cada ligamento o estructura:

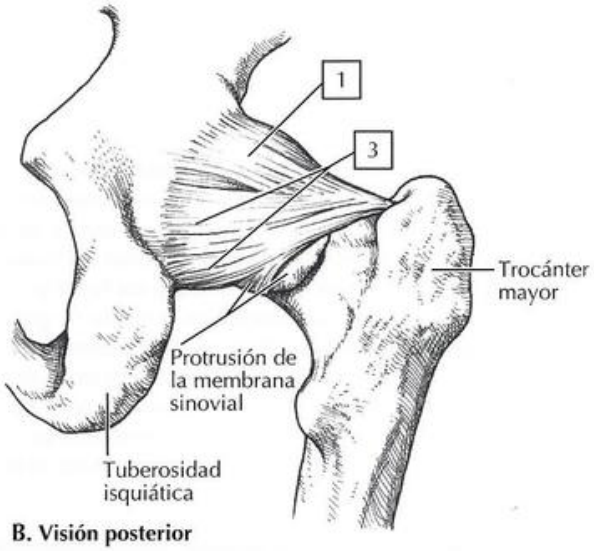
- ☐ **1. Ligamento iliofemoral (ligamento en Y de Bigelow): situado anteriormente**
- ☐ **2. Ligamento pubofemoral: situado anterior e inferiormente**
- ☐ **3. Ligamento isquiofemoral: situado posteriormente**
- ☐ **4. Rodete acetabular: fibrocartílago alrededor del borde del acetábulo**
- ☐ **5. Cartílago articular sobre la cabeza del fémur**
- ☐ **6. Ligamento de la cabeza del fémur: se une a la escotadura acetabular y el ligamento transverso del acetábulo**

LIGAMENTO	INSERCIONES	COMENTARIO
	Articulación de la cadera (sinovial multiaxial esferoidea)	
Cápsula articular	De borde del acetábulo a cuello del fémur	Envuelve a la cabeza del fémur y parte del cuello; actúa en la flexión, extensión, abducción, aducción, rotación medial y lateral y circunducción
Iliofemoral	De espina ilíaca anterior inferior y acetábulo a línea intertrocantérea	Es un ligamento muy fuerte; forma de Y invertida (de Bigelow); limita la hiperextensión y la rotación lateral
Isquiofemoral	De acetábulo a parte posterior del cuello del fémur	Limita la extensión y la rotación medial; es un ligamento muy débil
Pubofemoral	De rama del pubis a parte inferior del cuello del fémur	Limita la extensión y la abducción
Rodete acetabular	Acetábulo	Fibrocartílago, profundiza la cavidad articular
Transverso del acetábulo	Escotadura acetabular inferiormente	Cierra el acetábulo para formar una cavidad para la cabeza del fémur
Ligamento de la cabeza del fémur	De escotadura acetabular y ligamento transverso a cabeza del fémur	La arteria para la cabeza del fémur discurre por el ligamento

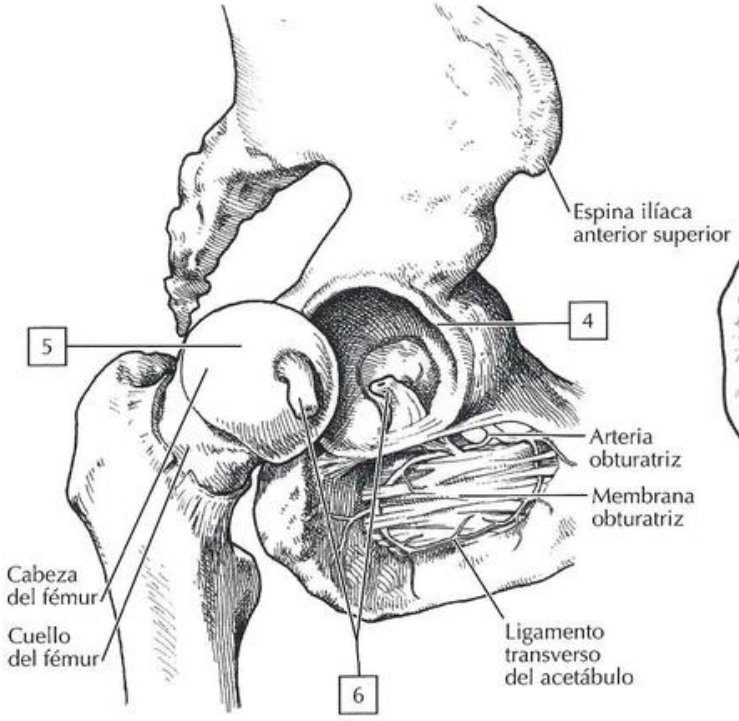
Nota clínica:
Las **fracturas de cadera** son lesiones comunes. En los jóvenes, la fractura con frecuencia es el resultado de un traumatismo, mientras que en los ancianos la causa suele estar relacionada con la osteoporosis y se asocia con una caída. El cuello del fémur es una localización común para tales fracturas.



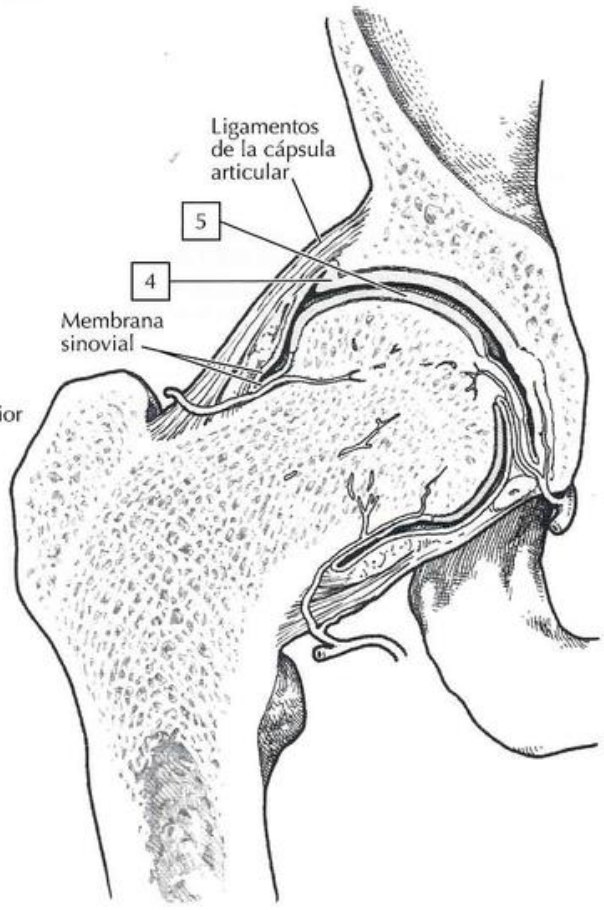
A. Visión anterior



B. Visión posterior



C. Articulación abierta: visión lateral



D. Sección coronal

2 Huesos del muslo y la pierna

El **fémur** es el hueso del muslo (anatómicamente, el muslo es la región entre la cadera y la rodilla y la pierna es la región entre la rodilla y el tobillo). El fémur es el hueso más largo del cuerpo y transmite el peso del cuerpo desde la rodilla a la pelvis. Las características principales del fémur se resumen en la siguiente tabla.

Los huesos de la pierna son la **tibia** y el **peroné.** La tibia es el mayor de los dos huesos de la pierna y se sitúa medialmente en la pierna; su cuerpo se puede palpar justo por debajo de la piel desde la base de la rodilla hasta la articulación del tobillo (talocrural). La articulación de la porción distal del fémur y proximal de la tibia forma la articulación de la rodilla; un gran hueso sesamoideo denominado **rótula** se sitúa anterior a esta articulación y está incrustado en el tendón del músculo cuádriceps femoral. El peroné no es un hueso de soporte de peso, se sitúa lateralmente en la pierna y es sobre todo un hueso para inserciones musculares. Las características de la tibia y el peroné se resumen en la siguiente tabla.

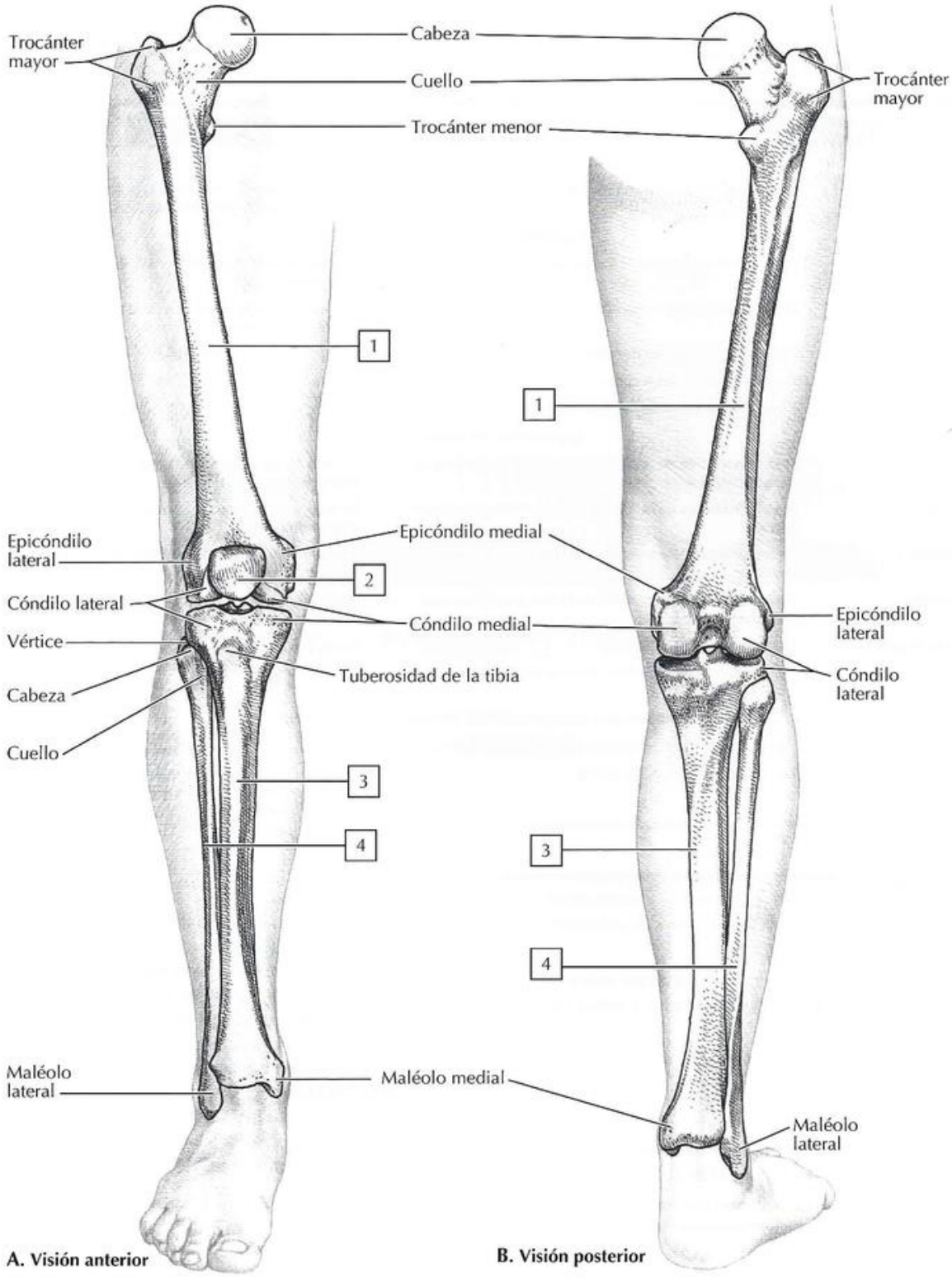
ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
	Fémur
Hueso largo	Hueso más largo del cuerpo; muy fuerte
Cabeza	Estructura de articulación con el acetábulo del coxal
Cuello	Lugar frecuente de fractura
Trocánter mayor	Punta de la cadera; lugar de inserción para varios músculos glúteos
Trocánter menor	Lugar de inserción del tendón del iliopsoas (potente flexor de la cadera)
Cóndilos	Superficies articulares medial y lateral (más pequeña) que se articulan con los cóndilos de la tibia
	Rótula
	Hueso sesamoideo (el más grande) incluido en el tendón del cuádriceps femoral
	Tibia
Hueso largo	Hueso grande, soporta el peso
Caras articulares proximales	Superficie amplia (meseta) para articulación con los cóndilos femorales
Tuberosidad de la tibia	Lugar de inserción del ligamento rotuliano
Cara articular inferior	Superficie para acoplar el astrágalo en la articulación talocrural (tobillo)
Maléolo medial	Relieve en la cara medial del tobillo
	Peroné
Hueso largo	Hueso delgado, principalmente para inserción muscular
Cuello	Posible lesión del nervio peroneo común si se fractura

COLOREA los siguientes huesos del muslo y la pierna, utilizando un color diferente para cada hueso:

- ☐ **1. Fémur**
- ☐ **2. Rótula**
- ☐ **3. Tibia**
- ☐ **4. Peroné**

Nota clínica:

La mayoría de las **fracturas** del fémur se producen a través del cuello del fémur dentro de la cápsula articular. Las fracturas tibiales se presentan con mayor frecuencia allí donde el cuerpo de la tibia es más estrecho, que es en el tercio distal del cuerpo del hueso. Las fracturas del peroné son más frecuentes proximalmente al maléolo lateral, justo por encima de la articulación del tobillo en el lado lateral.


Trocánter mayor
Cabeza
Cuello
Trocánter menor
1
Epicóndilo lateral
Epicóndilo medial
2
Cóndilo lateral
Cóndilo medial
Vértice
Tuberosidad de la tibia
Cabeza
Cuello
3
4
Maléolo lateral
Maléolo medial
A. Visión anterior
Trocánter mayor
1
Epicóndilo lateral
Cóndilo lateral
3
4
Maléolo lateral
B. Visión posterior

2 Articulación de la rodilla

La rodilla es una articulación sinovial biaxial condílea y es la articulación más sofisticada del cuerpo. Realiza flexión, extensión y un poco de deslizamiento y rotación medial cuando está flexionada. En la extensión completa, el fémur rota medialmente sobre la tibia, y los ligamentos se tensan para «cerrar» la rodilla. Las características de este conjunto se resumen en la siguiente tabla. En las imágenes sólo se muestran los ligamentos principales.

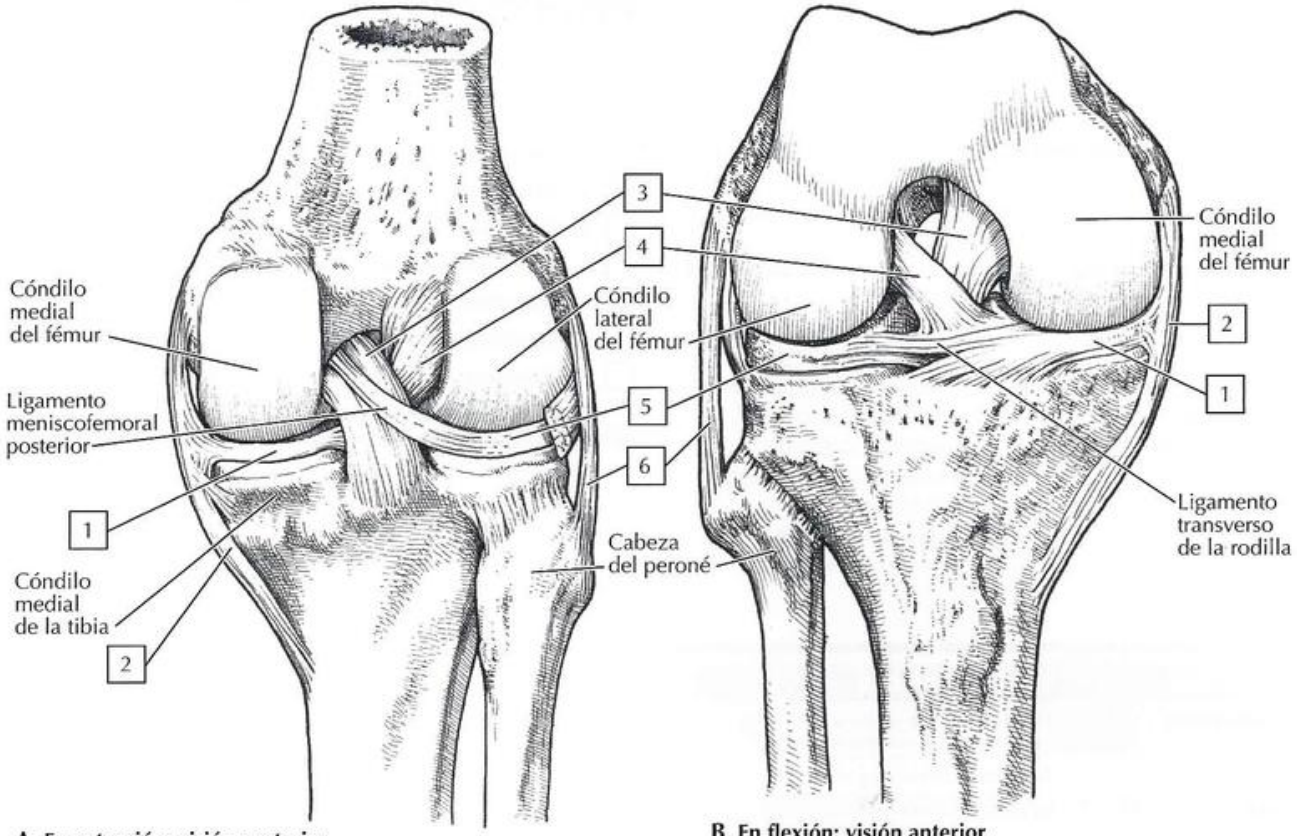
LIGAMENTO	INSERCIONES	COMENTARIO
	Articulación de la rodilla (sinovial biaxial condílea)	
Cápsula articular	Rodea a los cóndilos femorales y tibiales y a la rótula	Es fibrosa, delgada (ofrece poco refuerzo); permite flexión, extensión, algo de deslizamiento y rotación medial
	Ligamentos extracapsulares	
Colateral tibial	De epicóndilo medial del fémur a cóndilo medial de la tibia	Limita la extensión y abducción de la pierna; se une al menisco medial
Colateral peroneo	De epicóndilo lateral del fémur a cabeza del peroné	Limita la extensión y aducción de la pierna; pasa sobre el tendón del poplíteo
Rotuliano	De rótula a tuberosidad de la tibia	Actúa en la extensión del tendón del cuádriceps femoral
Poplíteo arqueado	De cabeza del peroné a cápsula articular	Pasa sobre el músculo poplíteo
Poplíteo oblicuo	De tendón del semimembranoso a cara posterior de la rodilla	Limita la hiperextensión y la rotación lateral
	Ligamentos intracapsulares	
Menisco medial	Área intercondílea de la tibia, se sitúa sobre la cara articular medial, se une al ligamento colateral tibial	Es semicircular (en forma de C); actúa como un amortiguador; se rompe a menudo
Menisco lateral	Área intercondílea de la tibia, se sitúa sobre la cara articular lateral	Es más circular y pequeño que el menisco medial; actúa como un amortiguador
Cruzado anterior	De área intercondílea anterior de la tibia a cóndilo lateral del fémur	Previene el deslizamiento posterior del fémur sobre la tibia; rotura en hiperextensión
Cruzado posterior	De área intercondílea posterior de la tibia a cóndilo medial del fémur	Previene el deslizamiento anterior del fémur sobre la tibia; más corto y más fuerte que el cruzado anterior
Transverso de la rodilla	Cara anterior de los meniscos	Sujeta y estabiliza los meniscos
Meniscofemoral posterior (de Wrisberg)	De cara posterior del menisco lateral a cóndilo medial del fémur	Es fuerte
	Articulación femororrotuliana (sinovial biaxial gínglimo)	
Tendón del cuádriceps femoral	De músculo cuádriceps femoral a parte superior de la rótula	Es parte del mecanismo de extensión
Rotuliano	De rótula a tuberosidad de la tibia	Actúa en la extensión del tendón del cuádriceps femoral; rótula estabilizada por los retináculos medial y lateral que la unen a la tibia y el fémur

COLOREA los siguientes ligamentos extracapsulares e intracapsulares de la articulación de la rodilla, utilizando un color diferente para cada ligamento:

- ☐ **1. Menisco medial: disco de fibrocartílago sobre la tibia que profundiza la superficie articular y actúa como un amortiguador o cojín**
- ☐ **2. Ligamento colateral tibial (medial)**
- ☐ **3. Ligamento cruzado posterior**
- ☐ **4. Ligamento cruzado anterior**
- ☐ **5. Menisco lateral: disco similar de fibrocartílago sobre el cóndilo lateral de la tibia**
- ☐ **6. Ligamento colateral peroneo (lateral)**

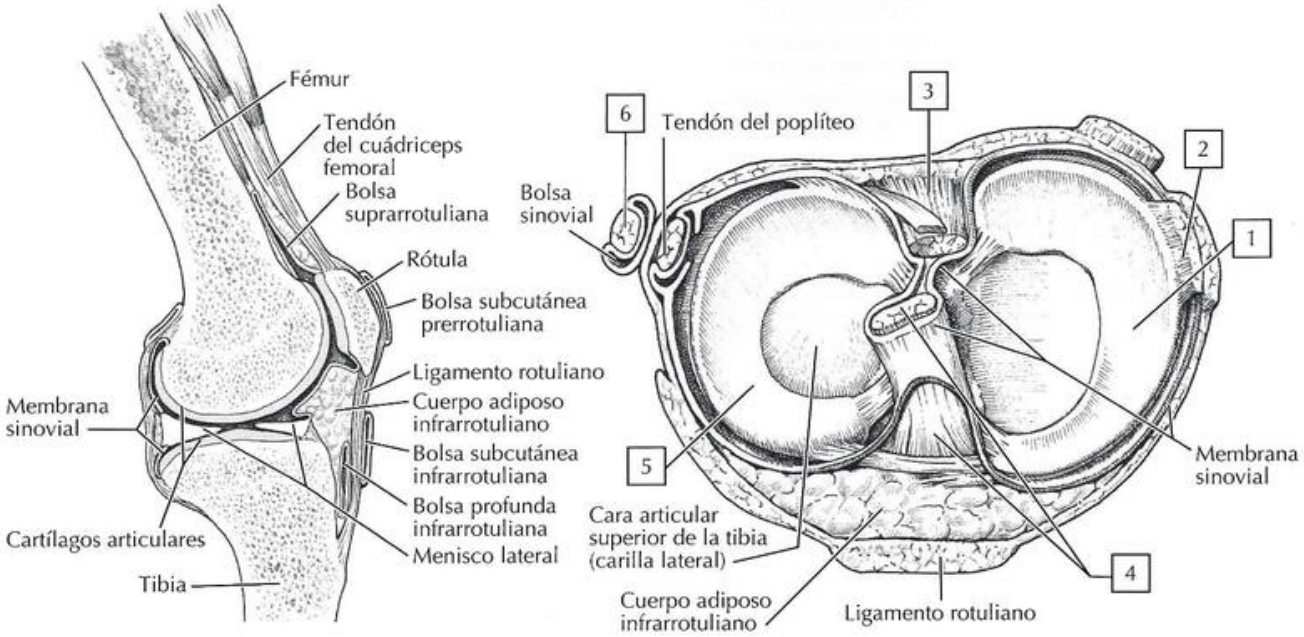
Nota clínica:

La rotura del ligamento cruzado anterior (LCA), más débil, es una lesión deportiva frecuente, por lo general relacionada con la torsión de la rodilla cuando el pie está apoyado firmemente sobre el suelo. Como el LCA evita la hiperextensión de la rodilla, el movimiento hacia delante de la tibia sobre el fémur mientras se mantiene la estabilidad del pie (signo del cajón anterior) se utiliza para evaluar la integridad del LCA. A menudo, las **lesiones del LCA** también pueden estar acompañadas de un desgarro del ligamento colateral tibial o del menisco medial. El menisco medial se une al ligamento colateral tibial. La combinación de estos tres ligamentos lesionados (LCA, ligamento colateral tibial y menisco medial) se conoce como «tríada desgraciada».



A. En extensión: visión posterior

B. En flexión: visión anterior



C. Sección parasagital: lateral a la línea media de la rodilla

D. Visión superior de la tibia desde el interior de la rodilla

2 Huesos del tarso y el pie

El tarso y el pie se componen de los siguientes 28 huesos:

- 7 huesos del tarso, dispuestos en un grupo proximal de 2 huesos tarsales (astrágalo y calcáneo), una hilera distal de 4 huesos (cuboides y 3 cuneiformes) y un solo hueso tarsal intermedio (navicular) entre estos grupos
- 5 metatarsianos, que abarcan la porción media de la planta del pie
- 14 falanges, 2 para el dedo gordo del pie (hallux) y 3 para cada uno de los otros 4 dedos del pie
- 2 huesos sesamoideos, situados en la cara plantar de la parte distal del primer metatarsiano

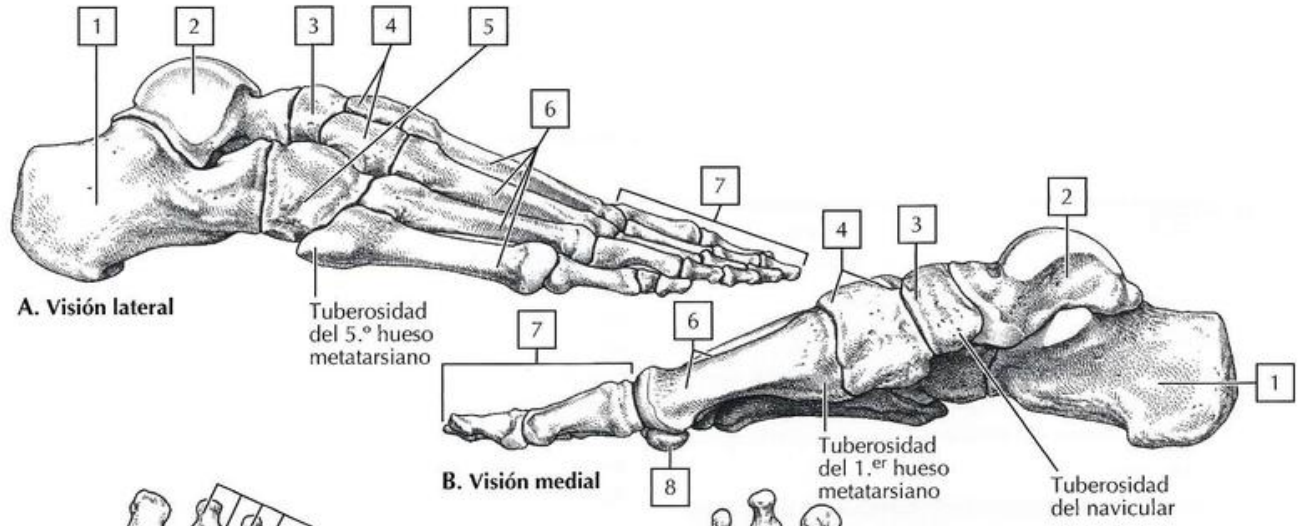
Los huesos del pie no están alineados en un único plano con cada hueso en contacto con el suelo. Al contrario, el pie tiene dos arcos, cada uno sostenido por ligamentos y músculos:

- Arco longitudinal, formado por la porción posterior del calcáneo (talón) y las cabezas de los cinco metatarsianos; este arco es más alto en el lado medial del pie
- Arco transversal, formado por el cuboides, los cuneiformes y las bases de los metatarsianos; este arco se extiende de un lado a otro

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Astrágalo (talus)	Transfiere el peso desde la tibia al pie; no tiene inserciones musculares
Tróclea	Se articula con la tibia y el peroné
Cabeza	Se articula con el hueso navicular
Calcáneo (hueso del talón)	Se articula con el astrágalo superiormente y el cuboides anteriormente
Sustentáculo del astrágalo	Cresta medial que sostiene la cabeza del astrágalo
Navicular	«En forma de barco», entre la cabeza del astrágalo y los tres huesos cuneiformes
Tuberosidad	Si es larga, puede provocar dolor medial con un zapato muy ajustado
Cuboides	El hueso más lateral del tarso
Surco	Para el tendón del peroneo largo
Cuneiformes (cuñas)	Tres huesos en forma de cuñas
	Metatarsianos
Numerados del 1 al 5, desde el dedo gordo al dedo pequeño	Tienen base, cuerpo y cabeza El tendón del peroneo corto se inserta en el 5.º metatarsiano
Dos huesos sesamoideos	Asociados con los tendones del flexor corto del dedo gordo
	Falanges
Tres para cada dedo, excepto el dedo gordo (dos)	Poseen base, cuerpo y cabeza Se las denomina proximal, media y distal La luxación del 5.º dedo es una lesión frecuente

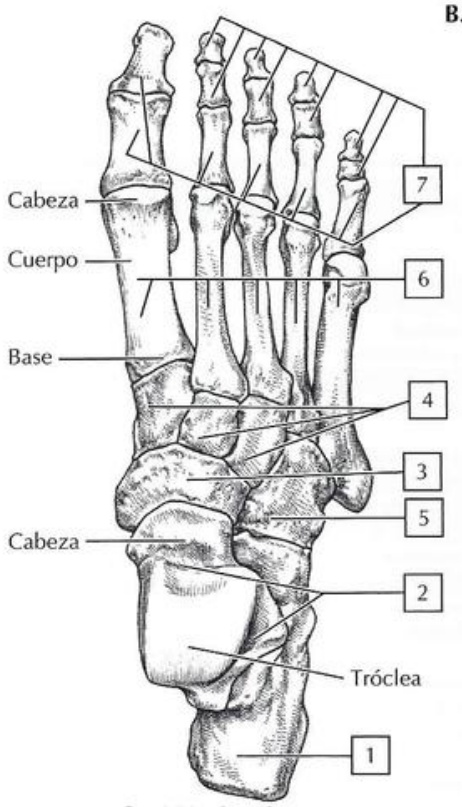
COLOREA los siguientes huesos del tarso y el pie, utilizando un color diferente para cada hueso del tarso, un mismo color para los metatarsianos, otro para las falanges y otro para los huesos sesamoideos.

- ☐ **1. Calcáneo**
- ☐ **2. Astrágalo**
- ☐ **3. Navicular**
- ☐ **4. Cuneiformes (colorea los tres del mismo color)**
- ☐ **5. Cuboides**
- ☐ **6. Metatarsianos**
- ☐ **7. Falanges**
- ☐ **8. Huesos sesamoideos**

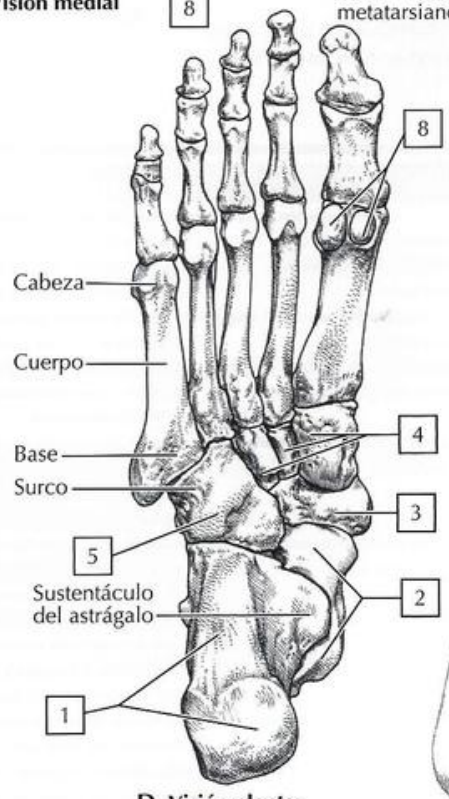


A. Visión lateral

B. Visión medial

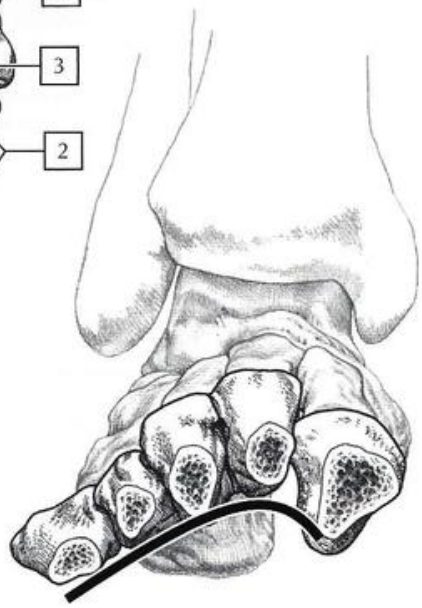


C. Visión dorsal



D. Visión plantar

E. Arco longitudinal medial



F. Arco transverso

2 Articulaciones del tobillo y el pie

La clasificación y los ligamentos de las articulaciones del tobillo y el pie se resumen en la siguiente tabla. La articulación del tobillo es principalmente una articulación talocrural, medialmente el astrágalo con la porción distal de la tibia (soporta peso) y lateralmente una articulación astragaloperonea (talofibular) (astrágalo con la porción distal del peroné).

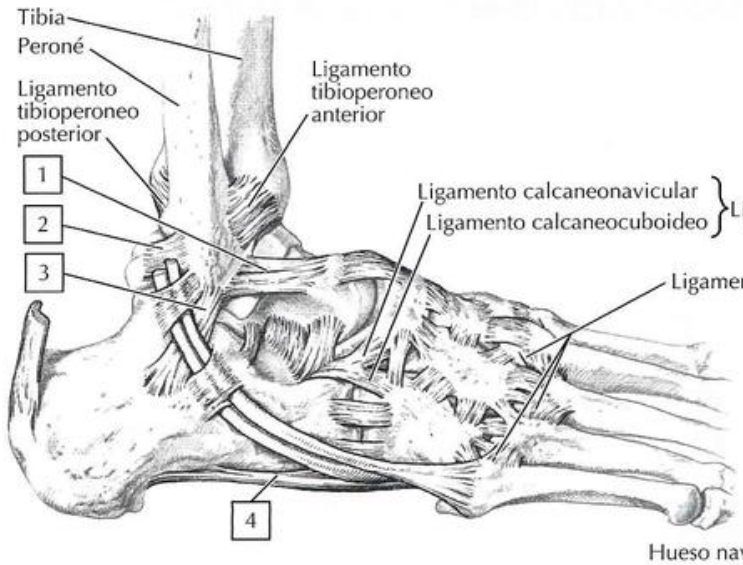
COLOREA los siguientes ligamentos principales, utilizando un color diferente para cada ligamento:

- ☐ **1. Astragaloperoneo (talofibular) anterior**
- ☐ **2. Astragaloperoneo (talofibular) posterior**
- ☐ **3. Calcaneoperoneo (calcaneofibular): estos tres primeros ligamentos en conjunto forman el ligamento «colateral lateral» del tobillo**
- ☐ **4. Plantar largo**
- ☐ **5. Ligamento medial (deltoideo): compuesto por cuatro ligamentos separados que se extienden desde la tibia al astrágalo o calcáneo**
- ☐ **6. Calcaneonavicular plantar: denominado ligamento «resorte»; ayuda a sostener el arco medial del pie**
- ☐ **7. Cápsula de una articulación interfalángica proximal**
- ☐ **8. Cápsula de una articulación metatarsofalángica**

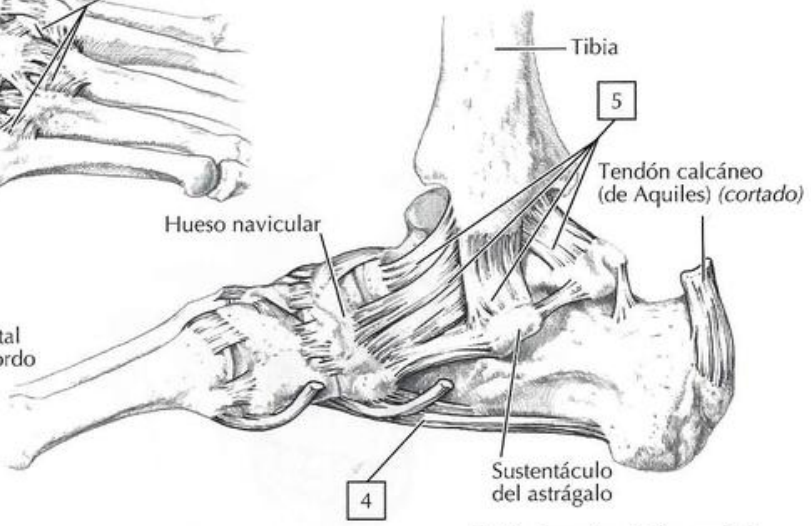
Nota clínica:

Las **fracturas del calcáneo** son las fracturas del tarso más frecuentes, por lo general causadas por un aterrizaje contundente sobre el talón, como al saltar desde una gran altura. El astrágalo es impulsado hacia abajo sobre el calcáneo, que no puede soportar la fuerza porque el calcáneo es un hueso esponjoso. La mayoría de los **esguinces de tobillo** son lesiones por inversión en las que uno se apoya sobre la cara lateral del pie, la planta es rotada medialmente y los componentes del ligamento colateral lateral se estiran o desgarran.

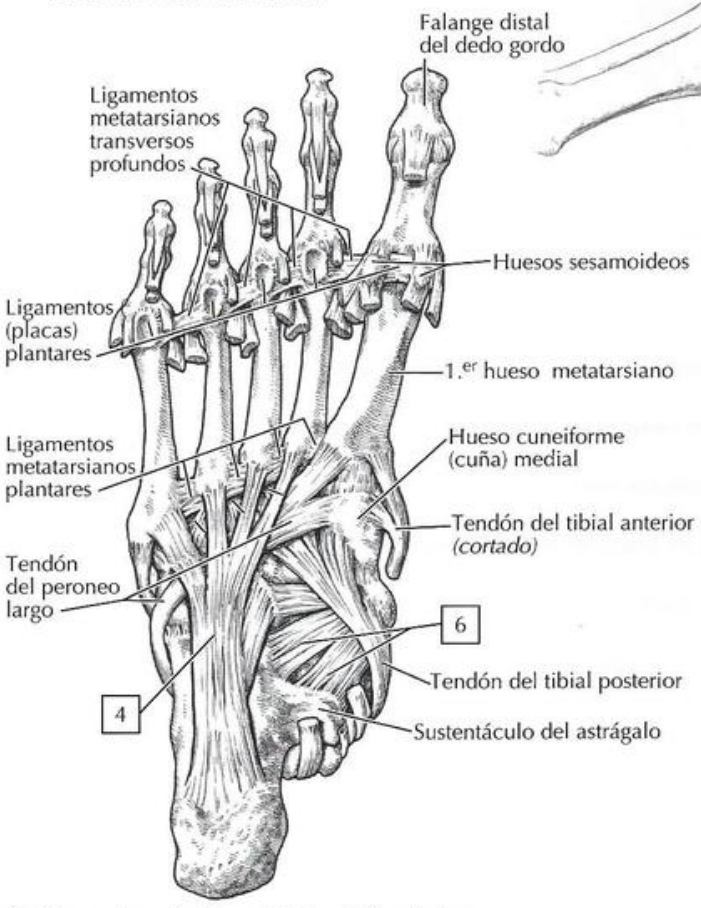
LIGAMENTO	INSERCIONES	COMENTARIO
	Articulación tibioperonea distal (fibrosa [sindesmosis])	
Tibioperoneo anterior	Tibia y peroné distales, anteriormente	Discurre oblicuamente
Tibioperoneo posterior	Tibia y peroné distales, posteriormente	Es más débil que el ligamento anterior
Transverso inferior	De maléolo medial a peroné	Es la prolongación profunda del ligamento posterior
	Articulación talocrural o del tobillo (sinovial uniaxial gínglimo [troclear])	
Cápsula articular	De tibia y peroné a astrágalo	Funciona en la flexión plantar y la dorsiflexión
Colateral medial (deltoideo)	De maléolo medial a astrágalo, calcáneo y navicular	Limita la eversión del pie; mantiene el arco longitudinal medial del pie; tiene cuatro porciones
Colateral lateral	De maléolo lateral a astrágalo y calcáneo	Es débil y a menudo sufre esguinces; resiste la inversión del pie; tiene tres porciones
	ARTICULACIONES INTERTARSIANAS	
	Articulaciones astragalocalcáneas (talocalcáneas) (sinoviales planas subastragalinas)	
Cápsula articular	Bordes de la articulación	Funciona en la inversión y la eversión
Astragalocalcáneo	De astrágalo a calcáneo	Tiene porciones medial, lateral y posterior
Astragalocalcáneo interóseo	De astrágalo a calcáneo	Es fuerte; mantiene a los huesos unidos
	Articulación astragalocalcaneonavicular (sinovial parcialmente esferoidea)	
Cápsula articular	Circunda parte de la articulación	Funciona en los movimientos de deslizamiento y de rotación
Calcaneonavicular plantar	Del sustentáculo del astrágalo al navicular	Es un fuerte refuerzo plantar para la cabeza del astrágalo (también se denomina ligamento resorte)
Astragalonavicular dorsal	De astrágalo a navicular	Es un soporte dorsal para el astrágalo
	Articulación calcaneocuboidea (sinovial plana)	
Cápsula articular	Envuelve la articulación	Funciona en la inversión y la eversión
Calcaneocuboideos	De calcáneo a cuboides	Son los ligamentos dorsal, plantar corto (fuerte) y plantar largo
	Articulaciones tarsometatarsianas (sinoviales planas)	
Cápsulas articulares	Envuelven las articulaciones	Funcionan en movimientos de deslizamiento
Tarsometatarsianos	De los huesos del tarso a metatarsianos	Hay ligamentos dorsales, plantares e interóseos
	Articulaciones intermetatarsianas (sinoviales planas)	
Cápsulas articulares	Bases de los metatarsianos	Permiten pequeños movimientos; sostienen el arco transversal del pie
Intermetatarsianos	Metatarsianos adyacentes	Hay ligamentos dorsales, plantares e interóseos
Metatarsianos transversos profundos	Metatarsianos adyacentes	Conectan cabezas adyacentes
	Articulaciones metatarsofalángicas (sinoviales multiaxiales condíleas)	
Cápsulas articulares	Envuelven cada articulación	Funcionan en flexión, extensión, algo de abducción y aducción, y circunducción
Colaterales	De la cabeza de cada metatarsiano a la base de cada falange proximal	Son ligamentos fuertes
Plantares (placas)	Cara plantar de la cápsula	Forman parte de la cara que soporta peso
	Articulaciones interfalángicas (sinoviales uniaxiales gínglimos)	
Cápsulas articulares	Envuelven cada articulación	Funcionan en la flexión y la extensión
Colaterales	De la cabeza de una falange a la base de otra	Refuerzan la cápsula
Plantares (placas)	Cara plantar de la cápsula	Refuerzan la cápsula



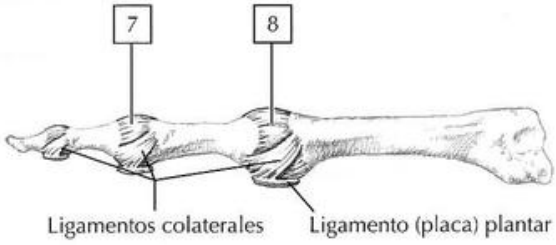
A. Pie derecho: visión lateral



B. Pie derecho: visión medial



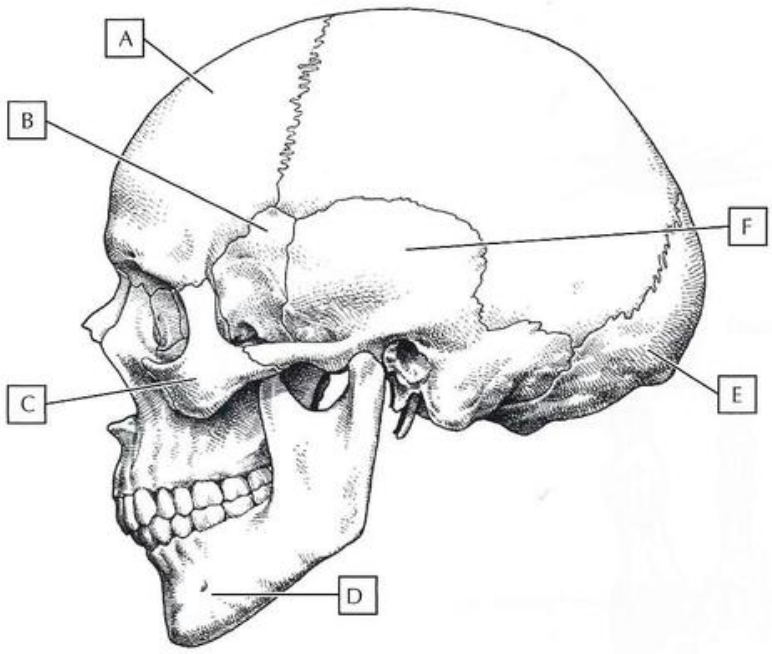
C. Ligamentos y tendones del pie: visión plantar



D. Cápsulas y ligamentos de las articulaciones metatarsofalángica e interfalángicas: visión lateral

PREGUNTAS DE REPASO

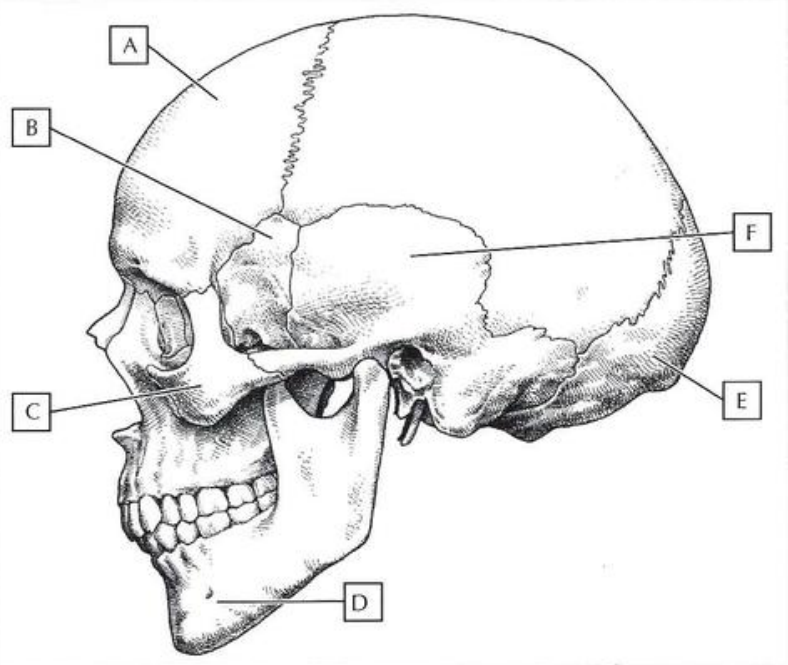
1. Colorea los huesos del cráneo humano indicados por las letras de la imagen:
   Hueso frontal (color verde)
   Hueso esfenoides (color amarillo)
   Hueso cigomático (color marrón)
   Mandíbula (color azul)
   Hueso occipital (color rojo)
   Hueso temporal (color naranja)



2. ¿Cuál es el nombre de los cuatro dientes en la parte frontal de la mandíbula o el maxilar? _____
3. ¿Por qué dos pares de elementos está formado el arco de un vértebra torácica? _____
4. ¿Qué arteria pasa a través del agujero transverso de la vértebra cervical? _____
5. ¿Qué tres huesos forman la cintura escapular y el esqueleto del brazo, en el miembro superior? _____
6. ¿Qué hueso del carpo se articula con el metacarpiano del pulgar? _____
7. ¿Cuáles son los tres huesos que se fusionan para formar la pelvis ósea? _____
8. La mayoría de las fracturas del fémur, ¿a qué porción del hueso afectan? _____
9. ¿Qué ligamento de la rodilla, si se rompe, dará lugar a la extensión excesiva de la articulación? _____
10. ¿Qué par(es) de costillas se consideran «costillas flotantes»? _____

RESPUESTAS

1.



(A) Hueso frontal
(B) Hueso esfenoides
(C) Hueso cigomático
(D) Mandíbula
(E) Hueso occipital
(F) Hueso temporal

2. Incisivos

3. Pedículos y láminas

4. Arteria vertebral

5. Clavícula, escápula y húmero

6. Trapecio

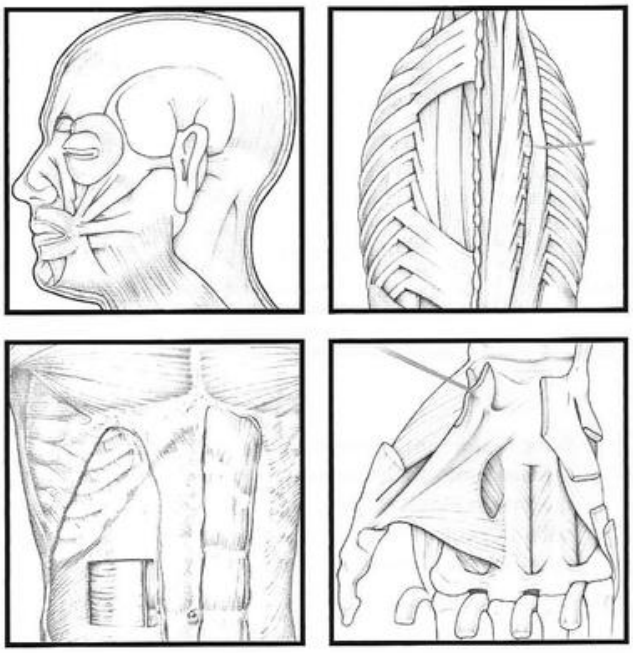
7. Ilion, isquion y pubis

8. Cuello del fémur

9. Ligamento cruzado anterior (LCA)

10. Las costillas 11.ª y 12.ª son costillas flotantes

Capítulo 3 **Sistema muscular**



© 2015. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

3 Músculos de la expresión facial

Los músculos de la expresión facial o músculos faciales son, de varias maneras, únicos entre los músculos esqueléticos del cuerpo. Todos ellos se originan embriológicamente del segundo arco faríngeo y están inervados por ramos terminales del nervio facial (NC VII). Además, la mayoría se originan en los huesos o la fascia de la cara y se insertan en la dermis de la piel que cubre el cuero cabelludo, la cara y la parte anterolateral del cuello. Algunos de los músculos más importantes de la expresión facial se resumen en la siguiente tabla; pueden colorearse en las imágenes de la página contigua.

Todos estos músculos están inervados por el nervio facial (NC VII).

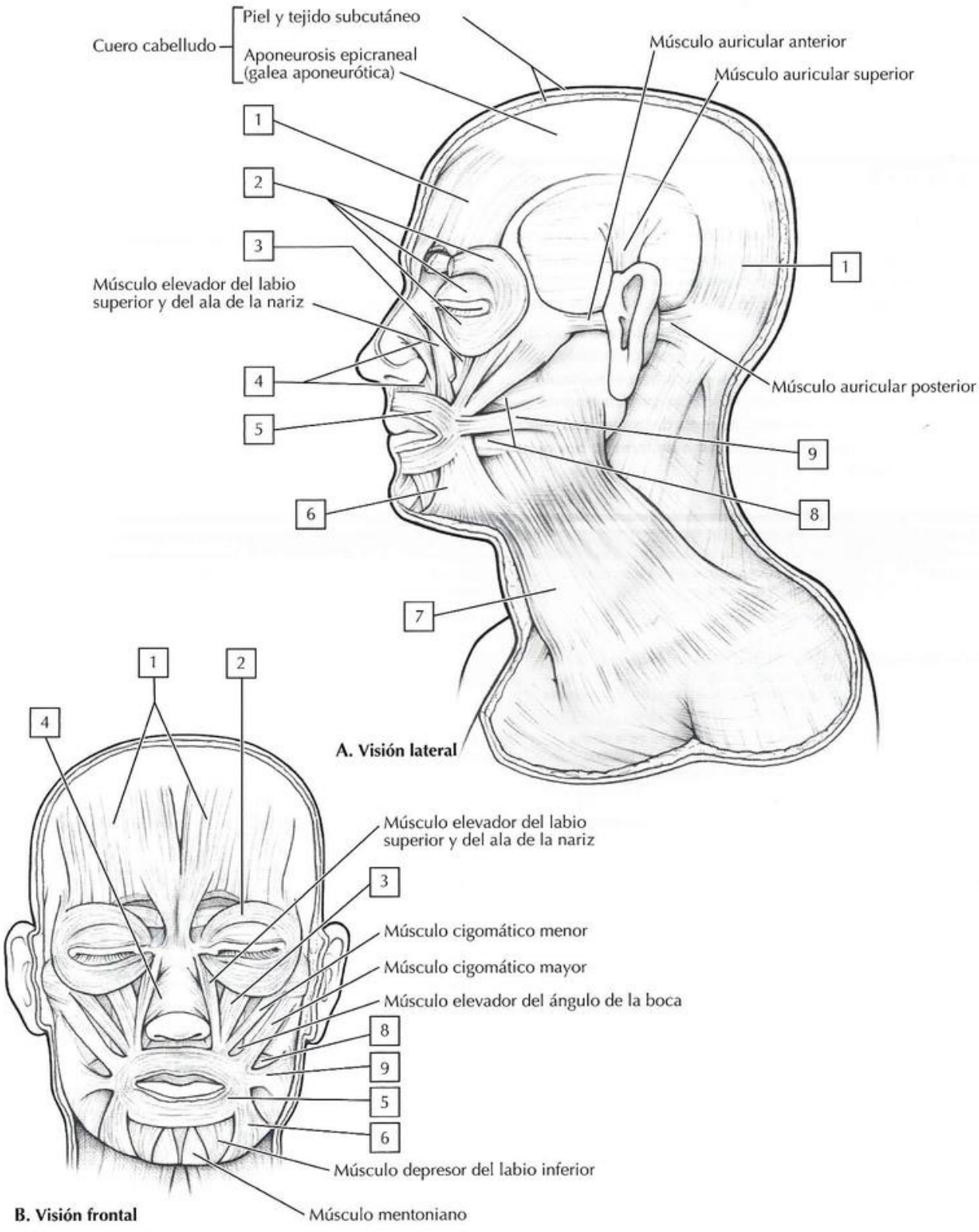
MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Frontal	Piel de la frente	Aponeurosis epicraneal	Eleva las cejas y la frente; arruga la frente
Orbicular del ojo	Borde medial de la órbita, ligamento palpebral medial y hueso lagrimal	Piel alrededor del borde de la órbita; lámina tarsal	Cierra los párpados; la porción orbitaria con fuerza y la porción palpebral para el parpadeo
Nasal	Porción superior de la cresta canina del maxilar	Cartílagos nasales	Tira del ala de la nariz hacia el tabique nasal para constreñir el orificio nasal
Orbicular de la boca	Plano medio del maxilar superiormente y mandíbula inferiormente; otras fibras de la cara profunda de la piel	Mucosa de los labios	Comprime y protruye los labios (p. ej., los arruga durante el silbido)
Elevador del labio superior	Apófisis frontal del maxilar y región infraorbitaria	Piel del labio superior y cartílago alar de la nariz	Eleva el labio, dilata la narina y eleva el ángulo de la boca
Platisma	Fascia superficial de las regiones deltoidea y pectoral	Mandíbula, piel de la mejilla, ángulo de la boca y orbicular de la boca	Desciende la mandíbula y tensa la piel del cuello y parte inferior de la cara
Mentoniano	Fosa incisiva de la mandíbula	Piel del mentón	Eleva y protruye el labio inferior y arruga el mentón
Buccinador	Mandíbula, rafe pterigomandibular y apófisis alveolares de maxilar y mandíbula	Ángulo de la boca	Presiona la mejilla contra los dientes molares, ayudando de esta manera a la masticación

COLOREA algunos de los músculos más importantes de la expresión facial enumerados a continuación, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Epicraneano (frontal y occipital): estos dos músculos están conectados el uno con el otro por la galea aponeurótica (un amplio tendón plano)**
- ☐ **2. Orbicular del ojo: un músculo esfínter que cierra los párpados (tiene una porción palpebral en los párpados y una porción orbitaria unida al reborde orbitario óseo)**
- ☐ **3. Elevador del labio superior: eleva el labio y dilata la narina**
- ☐ **4. Nasal: tiene una porción transversa y una alar**
- ☐ **5. Orbicular de la boca: un músculo esfínter que frunce los labios (el músculo «del beso»)**
- ☐ **6. Depresor del ángulo de la boca: deprime el labio (el músculo «triste», ya que tira de las esquinas de los labios hacia abajo)**
- ☐ **7. Platisma: un músculo ancho, delgado, que cubre la parte anterolateral del cuello y tensa la piel del cuello y parte inferior de la cara**
- ☐ **8. Buccinador: nos permite contraer las mejillas, manteniendo así los alimentos entre los molares durante la masticación (a veces nos «mordemos» este músculo o «mordemos la mejilla» cuando se contrae con demasiada fuerza)**
- ☐ **9. Risorio: nuestro músculo «sonriente» (ayudado por los músculos cigomáticos)**

Nota clínica:

La parálisis unilateral del nervio facial (muchas veces por inflamación), denominada **parálisis de Bell,** puede conducir a una asimetría de los rasgos faciales, ya que los músculos faciales están flácidos en el lado afectado de la cara. Las personas con parálisis de Bell pueden no ser capaces de fruncir el ceño o arrugar la frente, cerrar los párpados con fuerza, sonreír, fruncir los labios o tensar la piel del cuello.


Cuero cabelludo
Piel y tejido subcutáneo
Aponeurosis epicraneal (galea aponeurótica)
Músculo auricular anterior
Músculo auricular superior
1
2
3
Músculo elevador del labio superior y del ala de la nariz
4
5
6
7
8
9
Músculo auricular posterior
A. Visión lateral
Músculo elevador del labio superior y del ala de la nariz
Músculo cigomático menor
Músculo cigomático mayor
Músculo elevador del ángulo de la boca
Músculo depresor del labio inferior
Músculo mentoniano
B. Visión frontal

3 Músculos masticadores

Los músculos masticadores o de la masticación son cuatro pares de músculos (lados izquierdo y derecho) que se insertan en la mandíbula, derivan embriológicamente del primer arco faríngeo, están todos inervados por la división mandibular del nervio trigémino (NC V_3) y son importantes para morder y masticar los alimentos.

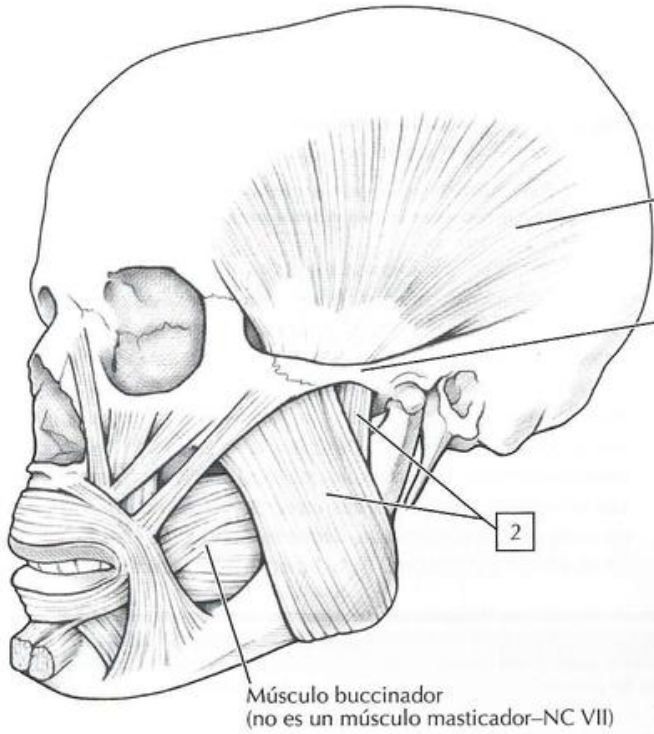
COLOREA cada uno de los siguientes músculos masticadores, utilizando un color diferente para cada uno:

1. **Temporal: un músculo ancho que se origina en la fosa temporal y fascia suprayacente que eleva (cierra) la mandíbula; puedes ver cómo se contrae el músculo en el lado de la cabeza cuando se está masticando**
2. **Masetero: un potente músculo que eleva la mandíbula y es evidente en personas que mastican chicle, porque se puede ver cómo se contrae el músculo; las personas que mastican chicle continuamente tienden a tener las mejillas regordetas, ya que sus músculos maseteros aumentan de tamaño por el uso continuado**
3. **Pterigoideo lateral: situado medial a la rama de la mandíbula, es importante en los movimientos de lateralidad requeridos durante la masticación (molturación) de la comida**
4. **Pterigoideo medial: situado medial a la rama de la mandíbula, también participa en la masticación de la comida, y como sus fibras musculares discurren en la misma dirección que las del músculo masetero, también ayuda a este músculo en el cierre de la mandíbula**

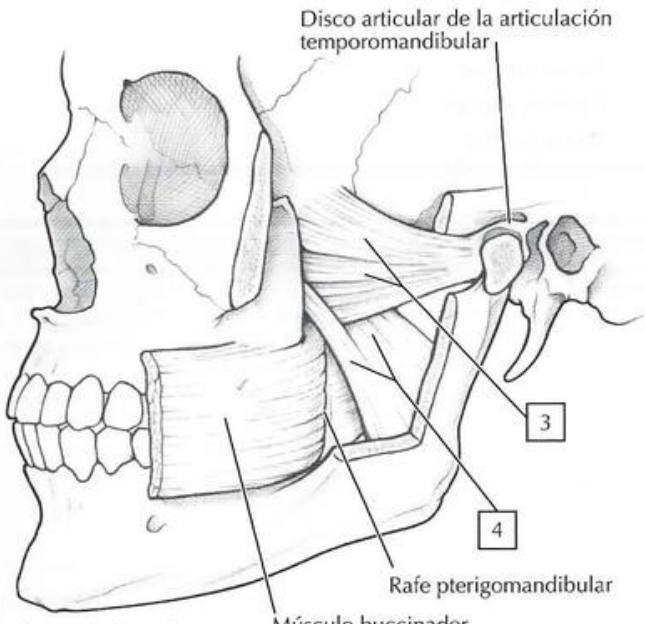
Estos músculos se resumen en la siguiente tabla: todos están inervados por el nervio mandibular (NC V_3).

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Temporal	Suelo de la fosa temporal y cara profunda de la fascia temporal	Apófisis coronoides y rama de la mandíbula	Eleva la mandíbula; las fibras posteriores retraen la mandíbula
Masetero	Arco cigomático	Rama de la mandíbula y apófisis coronoides	Eleva y protruye la mandíbula; las fibras profundas retraen la mandíbula
Pterigoideo lateral	*Cabeza superior:* cara infratemporal del ala mayor del esfenoides *Cabeza inferior:* lámina lateral de la pterigoides	Cuello de la mandíbula, disco articular y cápsula de la ATM	Actuando juntos, protruyen la mandíbula y descienden el mentón; actuando uno sólo y alternativamente, produce movimientos laterales
Pterigoideo medial	*Cabeza profunda:* cara medial de la lámina lateral de la pterigoides y hueso palatino *Cabeza superficial:* tuberosidad del maxilar	Rama de la mandíbula, inferior al agujero mandibular	Eleva la mandíbula; actuando juntos, protruyen la mandíbula; actuando uno sólo protruye de lado la mandíbula; actuando alternativamente, producen un movimiento de molturación

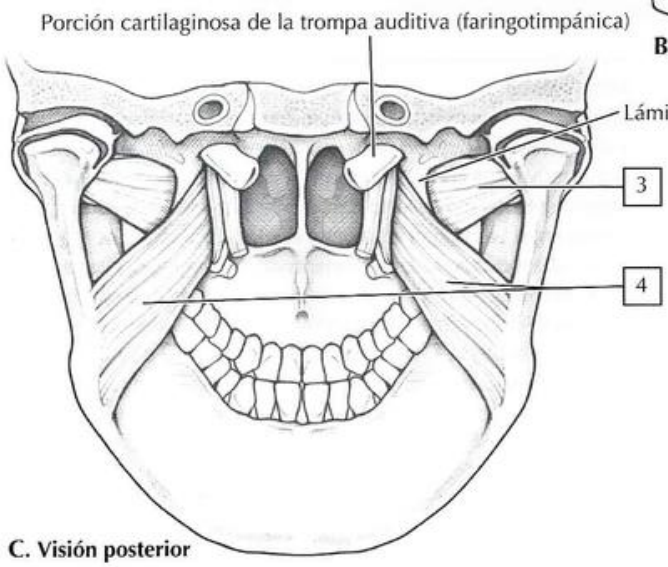
Nota clínica:
El **tétanos** es una enfermedad causada por una toxina neurotropa de *Clostridium tetani* que puede afectar al sistema nervioso central y provocar una contracción tónica dolorosa de los músculos, especialmente los músculos maseteros, que conduce a una condición conocida como «trismo». Existe una vacuna para prevenir esta enfermedad, por lo que es importante mantener siempre nuestras vacunaciones al día.



A. Visión lateral



B. Visión lateral



C. Visión posterior

3 Músculos extraoculares

El globo ocular tiene dos grupos de músculos asociados con sus movimientos:

- **Extrínsecos:** músculos extraoculares, seis músculos esqueléticos que mueven el globo ocular dentro de la órbita
- **Intrínsecos:** músculos lisos que afectan al tamaño de la pupila (dilatan o constriñen la pupila) o que afectan a la forma de la lente para la acomodación (visión de cerca) o la visión de lejos (estos músculos lisos se comentarán en la lámina 4-23).

COLOREA los siguientes músculos extrínsecos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Oblicuo superior**
- ☐ **2. Recto superior**
- ☐ **3. Recto lateral**
- ☐ **4. Recto inferior**
- ☐ **5. Oblicuo inferior**
- ☐ **6. Recto medial**

Además de los seis músculos extraoculares, hay otro músculo esquelético que trabaja en conjunto con estos músculos para elevar el párpado superior, el denominado elevador del párpado superior (su antagonista sería el orbicular del ojo, que cierra los párpados).

COLOREA el siguiente músculo:

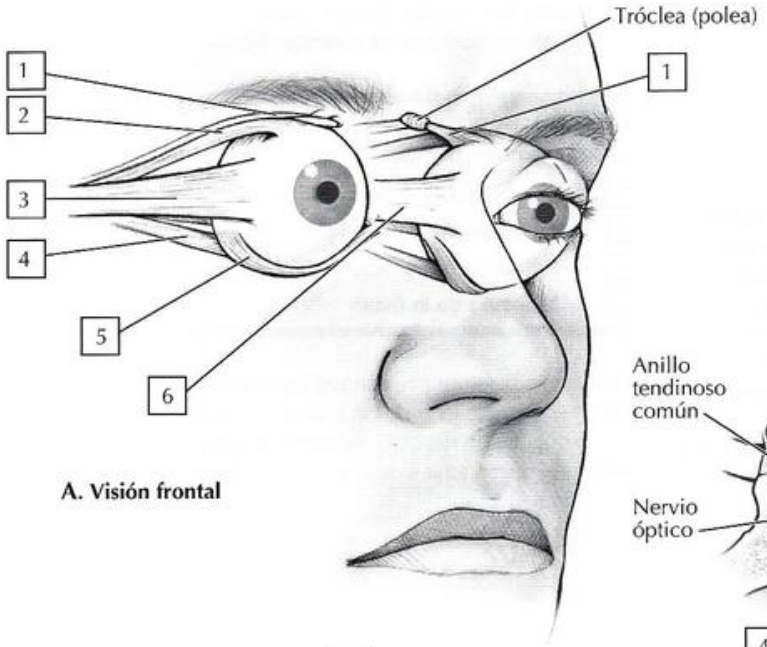
- ☐ **7. Elevador del párpado superior**

Juntos, los músculos extraoculares y el elevador del párpado superior están inervados por tres nervios craneales diferentes, los nervios oculomotor (NC III), troclear (NC IV) y abducens (NC VI). Estos músculos se resumen en la siguiente tabla. Las acciones de los músculos extraoculares son complejas e implican múltiples movimientos sutiles (incluidos los movimientos de rotación), por lo que los movimientos descritos en la tabla son los descritos anatómicamente. Los movimientos explorados clínicamente por un médico, donde se observa el movimiento primario aislado de cada músculo (elevación, descenso, abducción o aducción), se muestran en la parte *D* (v. también la nota clínica).

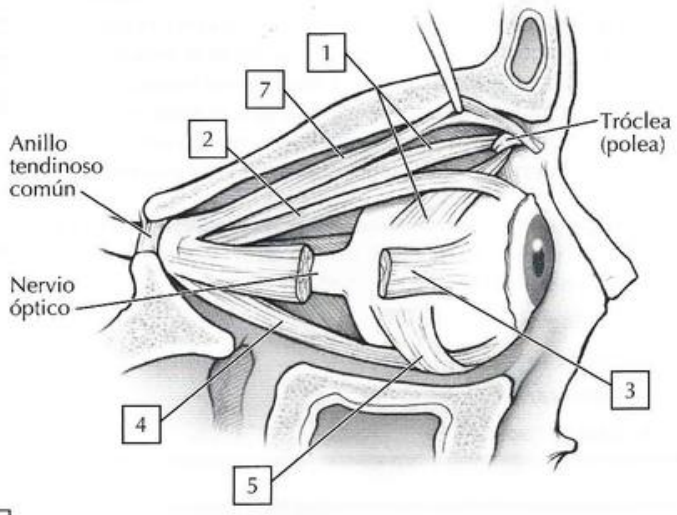
MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Elevador del párpado superior	Ala menor del esferoides, anterosuperior al conducto óptico	Lámina tarsal y piel del párpado superior	Nervio oculomotor	Eleva el párpado superior
Recto superior	Anillo tendinoso común	Esclera justo posterior a la córnea	Nervio oculomotor	Eleva, aduce y rota medialmente el globo ocular
Recto inferior	Anillo tendinoso común	Parte anterior de la esclera	Nervio oculomotor	Desciende, aduce y rota lateralmente el globo ocular
Recto medial	Anillo tendinoso común	Parte anterior de la esclera	Nervio oculomotor	Aduce el globo ocular
Recto lateral	Anillo tendinoso común	Parte anterior de la esclera	Nervio abducens	Abduce el globo ocular
Oblicuo superior	Cuerpo del esfenoides	Pasa a través de una tróclea y se inserta en la esclera	Nervio troclear	Rota medialmente, desciende y abduce el globo ocular
Oblicuo inferior	Suelo de la órbita	Esclera, profundo al músculo recto lateral	Nervio oculomotor	Rota lateralmente, eleva y abduce el globo ocular

Nota clínica:

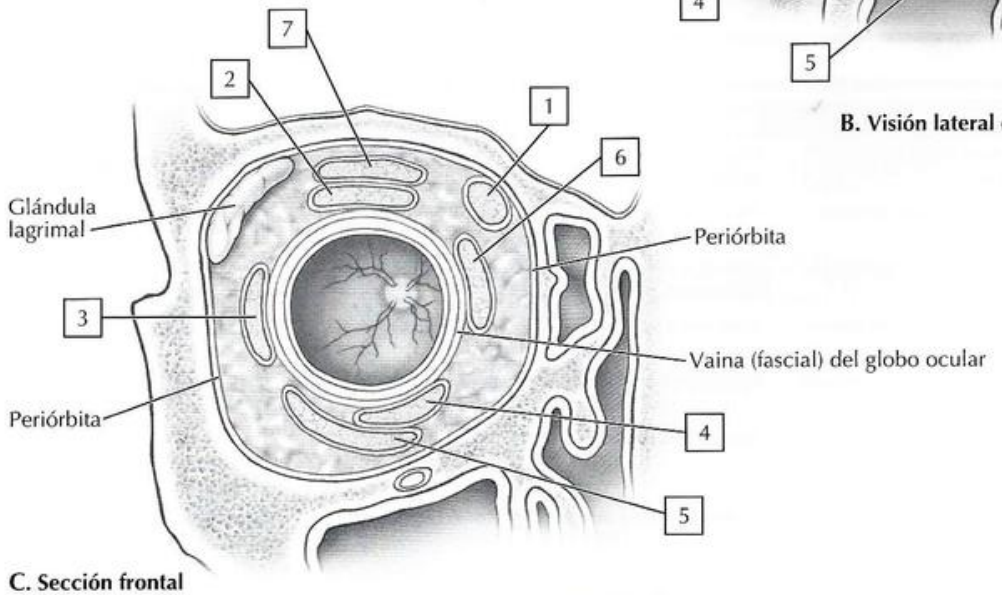
Debido a que los músculos extraoculares actúan como sinergistas y antagonistas y pueden ser responsables de múltiples movimientos, el médico evalúa la acción aislada de cada músculo mediante el seguimiento del movimiento del ojo mientras mueve el dedo en un patrón en H. La imagen en la parte inferior de la página contigua ilustra qué músculo se está examinando. Por ejemplo, cuando el dedo se mantiene arriba y hacia la derecha de los ojos del paciente, el paciente debe utilizar principalmente el músculo recto superior (RS) de su ojo derecho y el músculo oblicuo inferior (OI) de su ojo izquierdo para centrarse sobre el dedo. La abducción «pura» es realizada por el músculo recto lateral (RL) y la aducción «pura» por el recto medial (RM). En todos los demás casos, tres músculos juntos pueden abducir (RS, RL y RI) o aducir (OI, RM y OS) el globo ocular, y dos músculos juntos pueden elevar (RS y OI) o descender (RI y OS) el globo ocular. Si se observa debilidad de un músculo, entonces el médico debe determinar si se trata de un problema muscular y/o un problema del nervio (lesión del nervio que inerva el músculo).



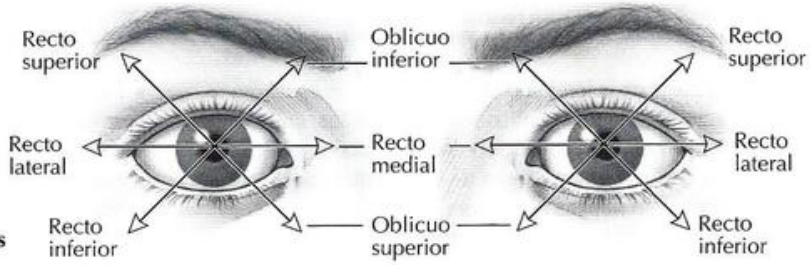
A. Visión frontal



B. Visión lateral derecha



C. Sección frontal



D. Exploración de los músculos extraoculares (v. nota clínica)

3 Músculos de la lengua y el paladar

Los músculos de la **lengua** son todos músculos esqueléticos e incluyen:

- **Músculos intrínsecos:** compuestos por haces musculares longitudinales, transversales y verticales de músculo esquelético que permiten torcer, alargar y aplanar la lengua
- **Músculos extrínsecos:** cuatro músculos que mueven la lengua (protruir, elevar, deprimir o retraer); todos tienen el sufijo «gloso» en su nombre, en referencia a la lengua

Todos los músculos de la lengua están inervados por el **nervio hipogloso** (NC XII), excepto el palatogloso, que está inervado por el nervio vago (NC X). El principal músculo de la lengua es el geniogloso, que se mezcla con las fibras de los músculos longitudinales intrínsecos para anclar la lengua al suelo de la boca. En comparación, el geniogloso (y su componente muscular intrínseco) es **el músculo más fuerte del cuerpo.**

COLOREA los siguientes músculos de la lengua, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Geniogloso**
- ☐ **2. Hiogloso**
- ☐ **3. Palatogloso**
- ☐ **4. Estilogloso**

Los músculos del **paladar** incluyen cuatro músculos; todos actúan sobre el paladar blando (los dos tercios anteriores del paladar son «duros» [hueso cubierto de mucosa], mientras que el paladar posterior es «blando» [fibromuscular]).

COLOREA los siguientes músculos del paladar, utilizando un color diferente para cada músculo:

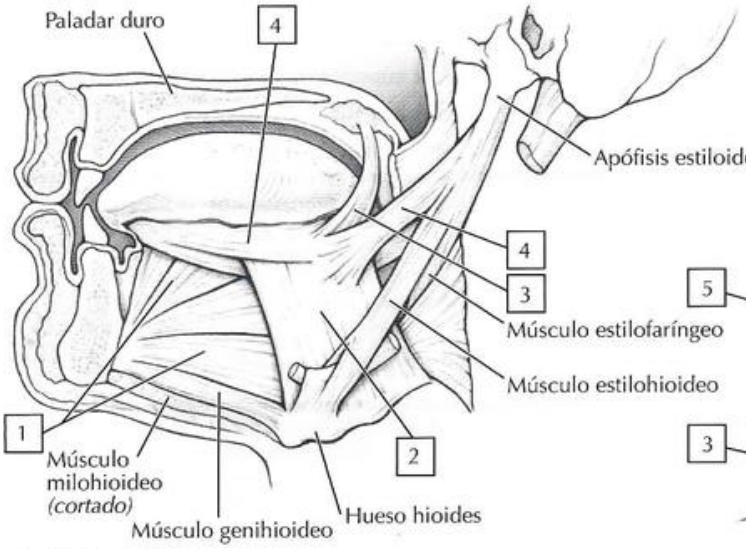
- ☐ **5. Tensor del velo del paladar**
- ☐ **6. Elevador del velo del paladar**
- ☐ **7. Palatofaríngeo**
- ☐ **8. Músculo de la úvula**

El músculo palatogloso, aunque agrupado con los músculos extrínsecos de la lengua, también actúa sobre el paladar blando, por lo que puede también ser considerado un músculo del paladar. Los músculos de la lengua y el paladar se resumen en la siguiente tabla.

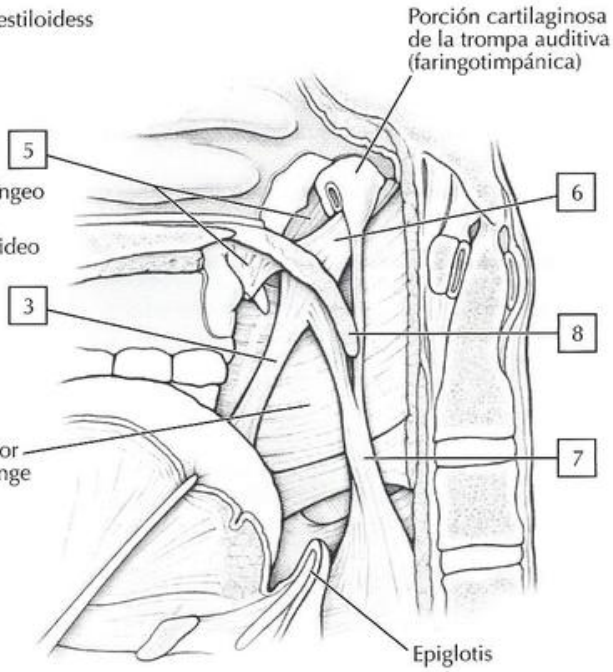
MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Geniogloso	Espina mentoniana de la mandíbula	Dorso de la lengua y hueso hioides	Nervio hipogloso	Deprime y protruye la lengua
Hiogloso	Cuerpo y asta mayor del hueso hioides	Parte lateral y cara inferior de la lengua	Nervio hipogloso	Deprime y retrae la lengua
Estilogloso	Apófisis estiloides y ligamento estilohioideo	Parte lateral y cara inferior de la lengua	Nervio hipogloso	Retrae la lengua y tira de ella hacia arriba para la deglución
Palatogloso	Aponeurosis palatina del paladar blando	Parte lateral de la lengua	Nervio vago y plexo faríngeo	Eleva la porción posterior de la lengua
Elevador del velo del paladar	Hueso temporal (porción petrosa)	Aponeurosis palatina	Nervio vago vía plexo faríngeo	Eleva el paladar blando durante la deglución
Tensor del velo del paladar	Fosa escafoidea de la lámina medial de la pterigoides, espina del esfenoides y trompa auditiva	Aponeurosis palatina	Nervio mandibular (V_3)	Tensa el paladar blando y abre el orificio de la trompa auditiva durante la deglución y el bostezo
Palatofaríngeo	Paladar duro y aponeurosis palatina	Pared lateral de la faringe	Nervio vago vía plexo faríngeo	Tensa el paladar blando; tira de las paredes de la faringe superior, anterior y medialmente durante la deglución
Músculo de la úvula	Espina nasal posterior y aponeurosis palatina	Mucosa de la úvula	Nervio vago vía plexo faríngeo	Acorta, eleva y retrae la úvula

La superficie bucal de la lengua está cubierta por un epitelio escamoso estratificado que contiene muchas papilas; entre ellas:

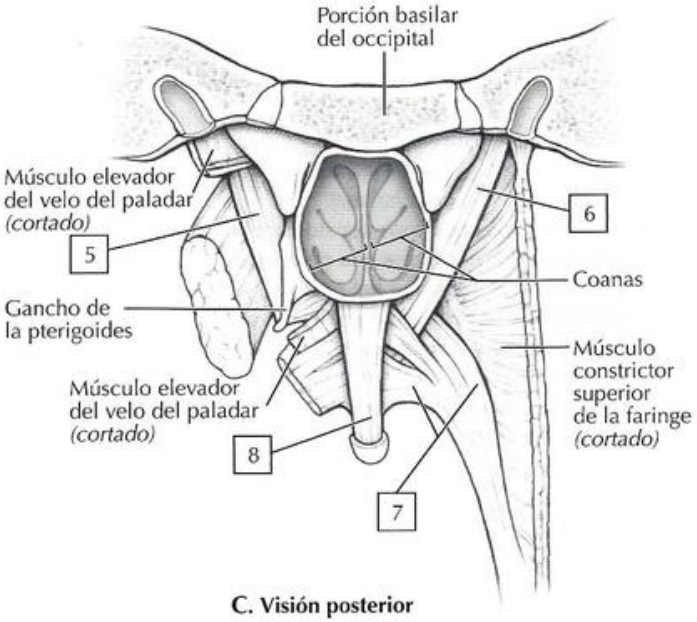
- **Papilas filiformes:** las proyecciones de la mucosa más numerosas que aumentan el área de la superficie de la lengua, pero no contienen papilas gustativas
- **Papilas fungiformes:** papilas más grandes que las filiformes, son redondeadas y tienen forma de cono y contienen papilas gustativas
- **Papilas foliadas:** rudimentarias en el ser humano, se encuentran en gran medida a lo largo de los lados laterales de la lengua cerca del surco terminal, pero no contienen papilas gustativas
- **Papilas circunvaladas:** papilas grandes con una especie de sombrerete que se encuentran en una sola fila inmediatamente anterior al surco terminal; contienen papilas gustativas



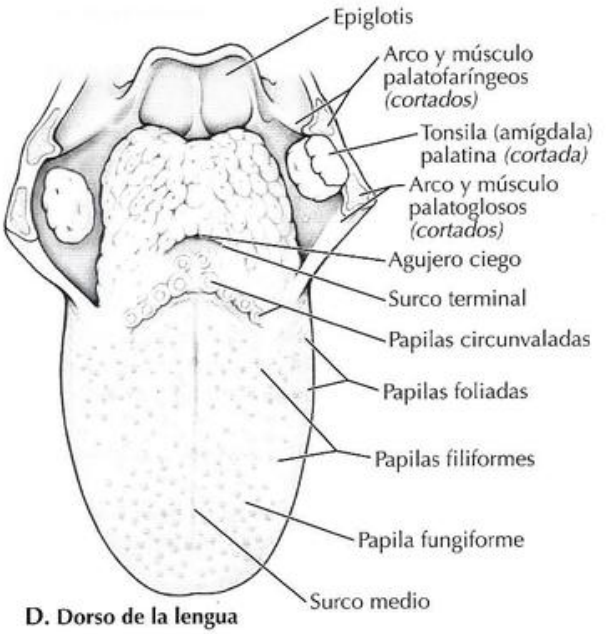
A. Visión sagital



B. Mucosa faríngea extirpada



C. Visión posterior



D. Dorso de la lengua

3 Músculos de la faringe y deglución

La faringe (garganta) es un tubo muscular situado justo posterior a la cavidades nasales y bucal que se extiende inferiormente para continuarse con el esófago a aproximadamente el nivel del disco intervertebral entre los cuerpos vertebrales C6 y C7. Los músculos de la faringe son:

- **Constrictor superior de la faringe:** situado por detrás de las cavidades nasales y bucal
- **Constrictor medio de la faringe:** situado por detrás de la mandíbula y el hueso hioides
- **Constrictor inferior de la faringe:** situado por detrás de los cartílagos tiroides y cricoides
- **Estilofaríngeo:** se extiende desde la apófisis estiloides a la pared lateral de la faringe
- **Salpingofaríngeo:** un pequeño músculo interior de la faringe

COLOREA los siguientes músculos faríngeos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Estilofaríngeo**
- ☐ **2. Constrictor superior de la faringe**
- ☐ **3. Constrictor inferior de la faringe**
- ☐ **4. Constrictor medio de la faringe**

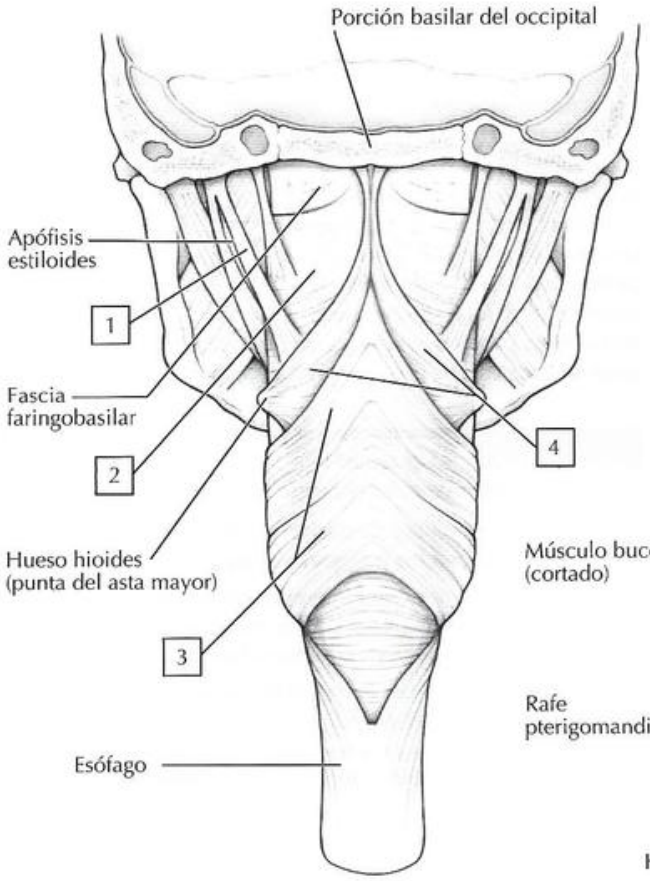
MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Constrictor superior de la faringe	Gancho de la pterigoides, rafe pterigomandibular, línea milohioidea de la mandíbula	Rafe medio de la faringe	Vago vía plexo faríngeo	Constriñe la pared de la faringe durante la deglución
Constrictor medio de la faringe	Ligamento estilohioideo y astas del hueso hioides	Rafe medio de la faringe	Vago vía plexo faríngeo	Constriñe la pared de la faringe durante la deglución
Constrictor inferior de la faringe	Línea oblicua del cartílago tiroides y cartílago cricoides	Rafe medio de la faringe	Vago vía plexo faríngeo	Constriñe la pared de la faringe durante la deglución
Salpingofaríngeo	Trompa auditiva (faringotimpánica)	Lado de la pared de la faringe	Vago vía plexo faríngeo	Eleva la faringe y la laringe durante la deglución y el habla
Estilofaríngeo	Cara medial de la apófisis estiloides	Bordes posterior y superior del cartílago tiroides	Nervio glosofaríngeo	Eleva la faringe y la laringe durante la deglución y el habla

Visualizar la pared interna de la faringe, tapizada de mucosa, revela las tres regiones de la faringe:

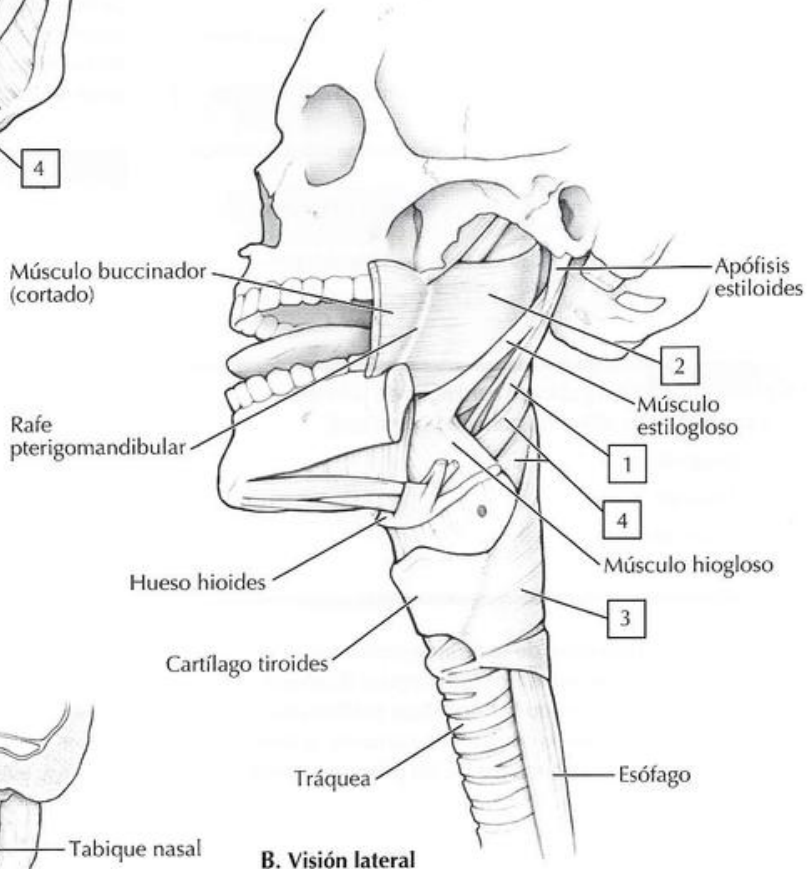
- **Nasofaringe:** posterior a las coanas o aberturas de las cavidades nasales y el paladar blando
- **Orofaringe:** la región entre el paladar blando y el tercio posterior de la lengua
- **Laringofaringe** (hipofaringe): desde la epiglotis hasta el principio del esófago

Los músculos faríngeos se contraen secuencialmente, empezando superiormente y moviéndose inferiormente para «comprimir» un bolo de comida masticada hacia la parte inferior de la faringe y superior del esófago. Este proceso, denominado **deglución,** implica la interacción y coordinación de los movimientos de la lengua, el paladar blando, la faringe y la laringe para que funcione correctamente. La deglución incluye los siguientes pasos:

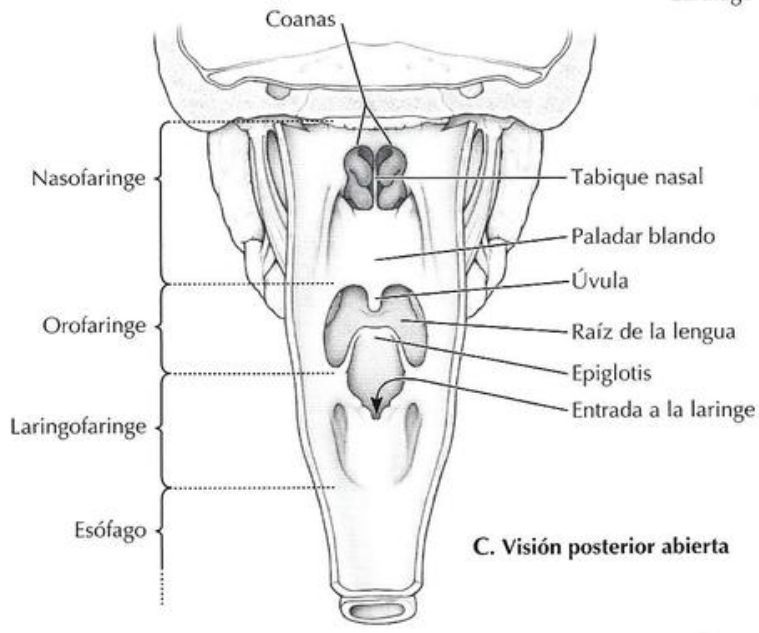
- El bolo alimenticio es empujado hacia arriba contra el paladar duro por la lengua
- El paladar blando se eleva para cerrar la nasofaringe
- El bolo es empujado hacia atrás, a la orofaringe, por la acción de la lengua
- Cuando el bolo alcanza la epiglotis, la laringe se eleva y la punta de la epiglotis se inclina hacia abajo sobre la abertura laríngea (entrada de la laringe)
- Las contracciones de los constrictores de la faringe exprimen el bolo en dos corrientes que pasan a cada lado de la epiglotis y hacia la parte superior del esófago, y el paladar blando es traccionado hacia abajo para ayudar a mover el bolo
- El paladar blando es traccionado hacia abajo, la hendidura glótica (espacio entre los pliegues vocales) se cierra y, una vez que el bolo está situado en el esófago, todas las estructuras regresan a sus posiciones de partida



A. Visión posterior parcialmente abierta



B. Visión lateral



C. Visión posterior abierta

3 Músculos intrínsecos de la laringe y fonación

Los músculos intrínsecos de la laringe se insertan en los **cartílagos de la laringe,** por lo que éstos se revisarán en primer lugar. La laringe se sitúa en los niveles vertebrales C3 a C6, justo superior a la tráquea, y consta de nueve cartílagos unidos por ligamentos y membranas. Los nueve cartílagos se resumen en la siguiente tabla.

CARTÍLAGO	DESCRIPCIÓN
Tiroides	Dos láminas de cartílago hialino y la prominencia laríngea (nuez de Adán)
Cricoides	Cartílago hialino en forma de anillo de sello justo inferior al tiroides
Epiglotis	Placa de cartílago elástico en forma de cuchara unida al tiroides
Aritenoides	Cartílagos piramidales pares que rotan sobre el cartílago cricoides
Corniculados	Cartílagos pares que se sitúan en el vértice de los cartílagos aritenoides
Cuneiformes	Cartílagos pares en los pliegues aritenoepiglóticos que no tienen articulaciones

COLOREA los siguientes cartílagos de la laringe, utilizando un color diferente para cada cartílago:

- ☐ **1. Epiglótico**
- ☐ **2. Tiroides**
- ☐ **3. Cricoides**
- ☐ **4. Aritenoides**

Los **músculos intrínsecos de la laringe** actúan en gran medida para ajustar la tensión de los pliegues (ligamentos) vocales, abriendo o cerrando la **hendidura glótica** (espacio entre los pliegues vocales) y abriendo o cerrando la **hendidura vestibular,** la abertura por encima de los **pliegues vestibulares** (cuerdas vocales falsas). Esta acción no sólo es importante durante la deglución, sino que también ajusta el tamaño del vestíbulo laríngeo durante la fonación para añadir calidad al sonido. Todos estos músculos intrínsecos están inervados por el nervio vago (NC X) y sus ramos.

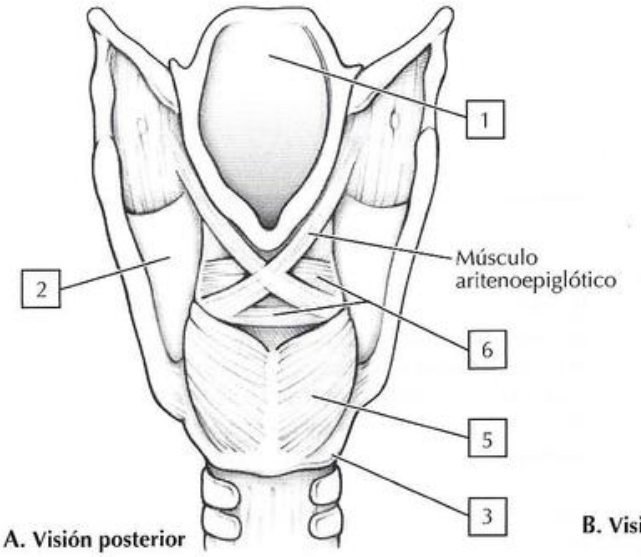
Los **pliegues vocales** (cuerdas vocales) (ligamentos vocales cubiertos por mucosa) controlan la fonación al igual que un instrumento de lengüeta. Las vibraciones de los pliegues producen sonidos cuando el aire pasa a través de la hendidura glótica. Los músculos cricoaritenoideos posteriores son importantes porque son los únicos músculos laríngeos que abducen los pliegues vocales y mantienen la abertura entre los pliegues vocales. Los pliegues vestibulares protegen la función.

COLOREA los siguientes músculos intrínsecos de la laringe, utilizando un color diferente para cada músculo:

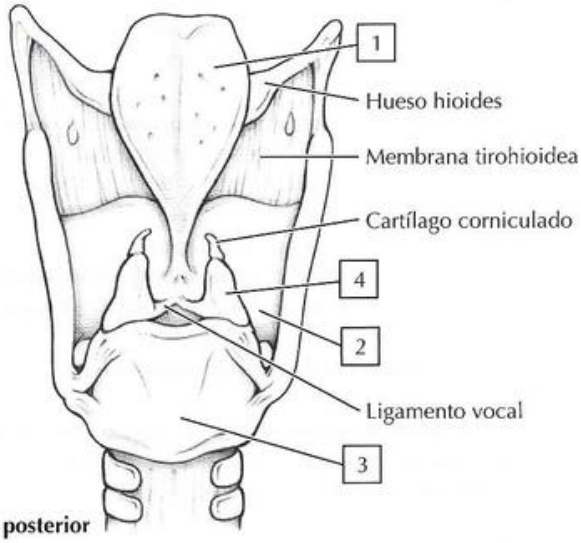
- ☐ **5. Cricoaritenoideo posterior: el único par de músculos que abducen los pliegues vocales**
- ☐ **6. Músculo aritenoideo: compuesto por fibras transversas y oblicuas, este músculo aduce los pliegues vocales y estrecha la hendidura vestibular**
- ☐ **7. Cricotiroideo: tira del cartílago tiroides anteroinferiormente sobre el cartílago cricoides y tensa los pliegues vocales estirándolos**

Nota clínica:

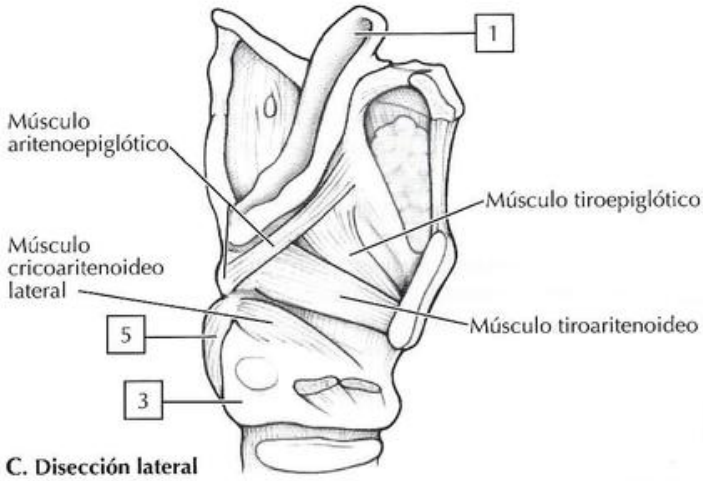
La **ronquera** puede deberse a cualquier problema que provoque la vibración inadecuada o coaptación de los pliegues vocales. La inflamación y el edema (hinchazón) son comúnmente la causa de ronquera, que puede estar inducida por el tabaquismo, el uso excesivo de la voz, la enfermedad por reflujo gastroesofágico, tos e infecciones. Las cicatrices quirúrgicas, los nódulos o quistes y el cáncer también pueden causar ronquera.



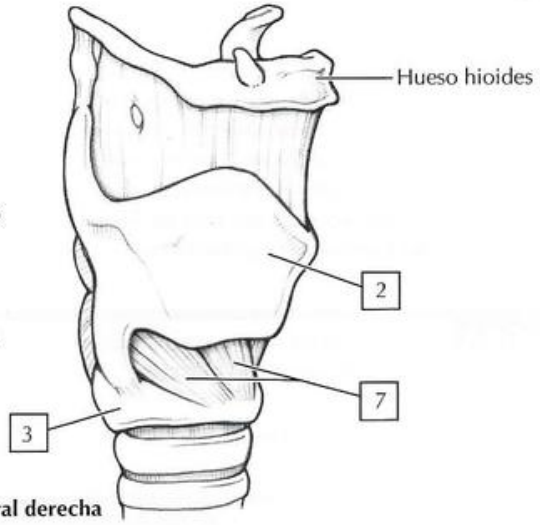
A. Visión posterior



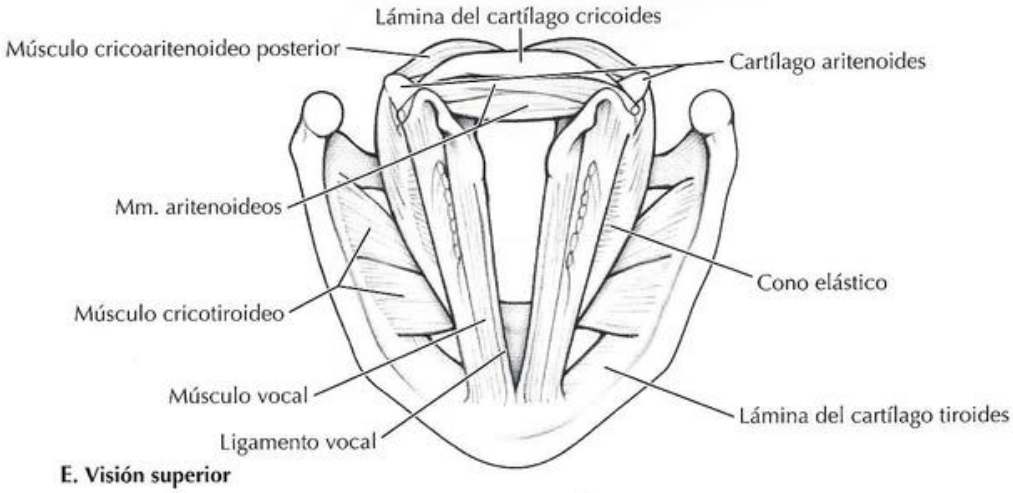
B. Visión posterior



C. Disección lateral



D. Visión lateral derecha



E. Visión superior

3 Músculos del cuello

Los músculos del cuello dividen el cuello en varios «triángulos» descriptivos que son utilizados por los cirujanos para identificar las estructuras clave dentro de estas regiones.

COLOREA cada uno de estos triángulos, utilizando un color diferente para delinear los límites de cada triángulo (colorea el contorno delimitado):

- ☐ **1. Posterior: entre los músculos trapecio y esternocleidomastoideo, este triángulo no se subdivide**
  Anterior: se subdivide en los triángulos que figuran a continuación:
- ☐ **2. Submandibular: contiene la glándula salivar submandibular**
- ☐ **3. Submentoniano: se encuentra por debajo del mentón**
- ☐ **4. Muscular: se sitúa anteriormente en el cuello por debajo del hueso hioides**
- ☐ **5. Carotídeo: contiene la arteria carótida**

En general, los músculos del cuello posicionan la laringe durante la deglución, estabilizan el hueso hioides, mueven la cabeza y los miembros superiores o son músculos posturales unidos a la cabeza y/o las vértebras. Los músculos principales se resumen en la siguiente tabla. Los músculos por debajo del hueso hioides se denominan músculos «infrahioideos» o músculos «acintados», mientras que aquellos por encima del hueso hioides se denominan músculos «suprahioideos».

COLOREA cada uno de los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **6. Estilohioideo**
- ☐ **7. Vientre posterior del digástrico**
- ☐ **8. Esternocleidomastoideo**
- ☐ **9. Vientre anterior del digástrico**
- ☐ **10. Tirohioideo**
- ☐ **11. Esternohioideo**
- ☐ **12. Esternotiroideo**
- ☐ **13. Omohioideo**

Nota clínica:

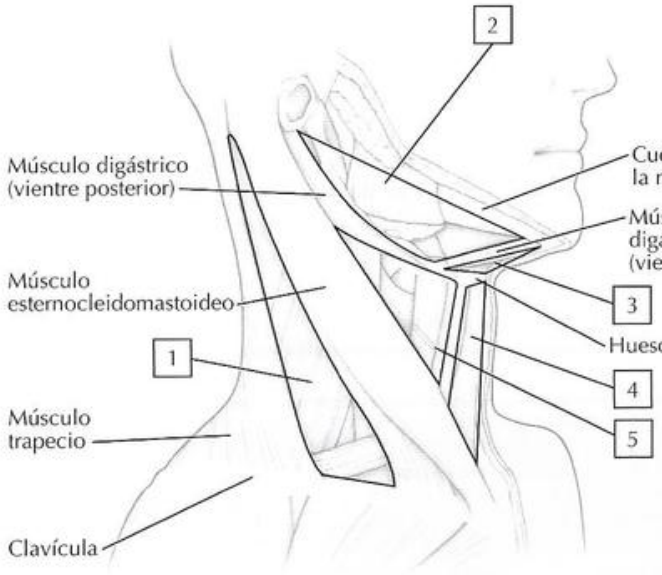
El cuello proporciona un conducto que conecta la cabeza al tórax. Los músculos, vasos y estructuras viscerales (tráquea y esófago) están fuertemente envueltos dentro de **tres láminas de fascia** que crean compartimentos dentro del cuello. Las infecciones o masas (tumores) en uno u otro de estos espacios reducidos pueden comprimir estructuras blandas y causar dolor significativo.

Las láminas fasciales pueden limitar la propagación de la infección entre los compartimentos. En el esquema etiquetado del cuello en sección transversal, colorea las tres láminas fasciales para resaltar su extensión. Las tres láminas fasciales incluyen:

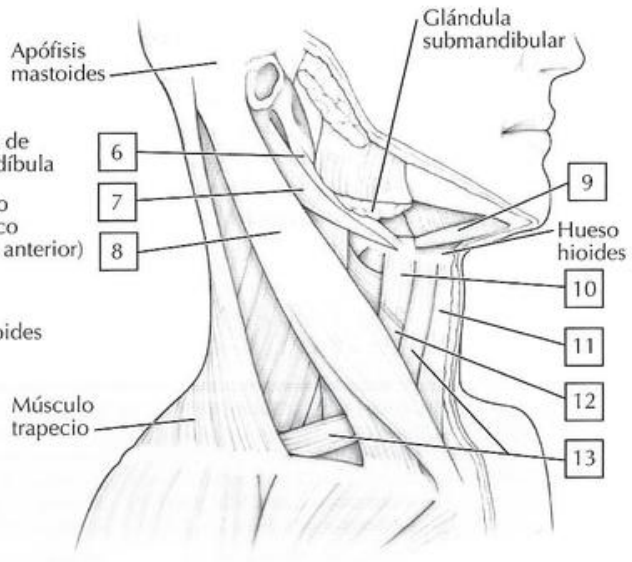
- Lámina superficial (de revestimiento) de la fascia cervical (profunda): rodea el cuello y recubre los músculos trapecio y esternocleidomastoideo
- Lámina pretraqueal: limitada a la parte anterior del cuello, recubre los músculos infrahioideos, la glándula tiroides, la tráquea y el esófago
- Lámina prevertebral: una vaina tubular; recubre los músculos prevertebrales y la columna vertebral

La **vaina carotídea** se mezcla con estas láminas fasciales, pero es distinta y contiene la arteria carótida común, la vena yugular interna y el nervio vago.

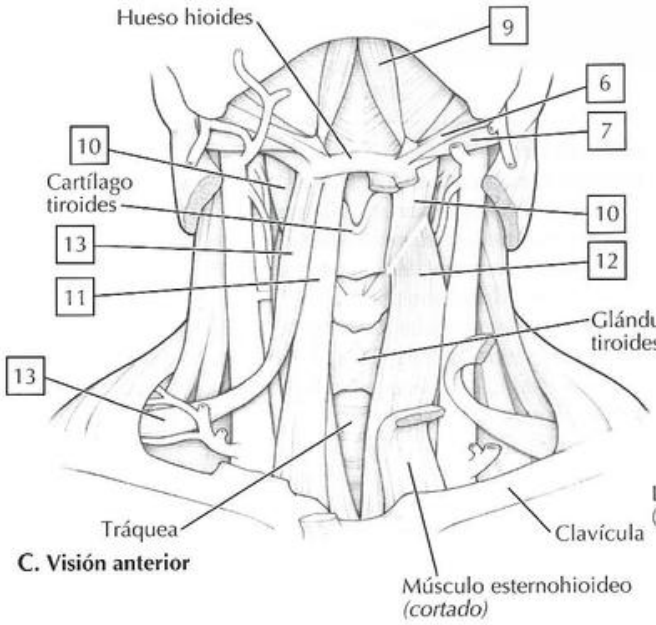
MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Esternocleidomastoideo	*Cabeza esternal:* manubrio del esternón *Cabeza clavicular:* tercio medial de la clavícula	Apófisis mastoides y mitad lateral de la línea nucal superior	Raíz espinal del nervio craneal (NC) XI y C2-C3	Inclina la cabeza hacia un lado, es decir, flexiona y rota lateralmente la cabeza de manera que la cara gira superiormente hacia el lado opuesto; actuando juntos, los dos músculos flexionan el cuello
Digástrico	*Vientre anterior:* fosa digástrica de la mandíbula *Vientre posterior:* escotadura mastoidea	Tendón intermedio al hueso hioides	*Vientre anterior:* nervio milohioideo (V_3), ramo del nervio alveolar inferior *Vientre posterior:* nervio facial (NC VII)	Desciende la mandíbula; eleva el hueso hioides y lo fija durante la deglución y el habla
Esternohioideo	Manubrio del esternón y extremo medial de la clavícula	Cuerpo del hueso hioides	C1-C3 desde el asa cervical	Desciende el hueso hioides después de la deglución
Esternotiroideo	Cara posterior del manubrio del esternón	Línea oblicua del cartílago tiroides	C2 y C3 desde el asa cervical	Desciende la laringe después de la deglución
Tirohioideo	Línea oblicua del cartílago tiroides	Cuerpo y asta mayor del hueso hioides	C1 vía nervio hipogloso	Desciende el hueso hioides y eleva la laringe cuando el hioides está fijado
Omohioideo	Borde superior de la escápula cerca de la escotadura de la escápula	Borde inferior del hueso hioides	C1-C3 desde el asa cervical	Desciende, retrae y fija el hueso hioides
Milohioideo	Línea milohioidea de la mandíbula	Rafe milohioideo y cuerpo del hueso hioides	Nervio milohioideo, ramo del nervio alveolar inferior de V_3	Eleva el hueso hioides, el suelo de la boca y la lengua durante la deglución y el habla
Estilohioideo	Apófisis estiloides	Cuerpo del hueso hioides	Nervio facial	Eleva y retrae el hueso hioides



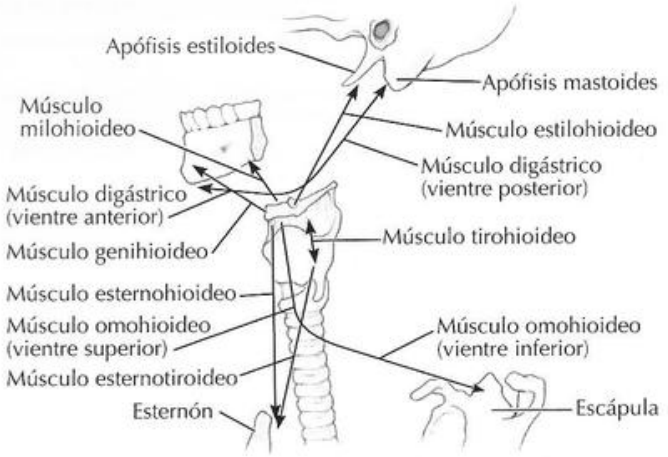
A. Visión lateral



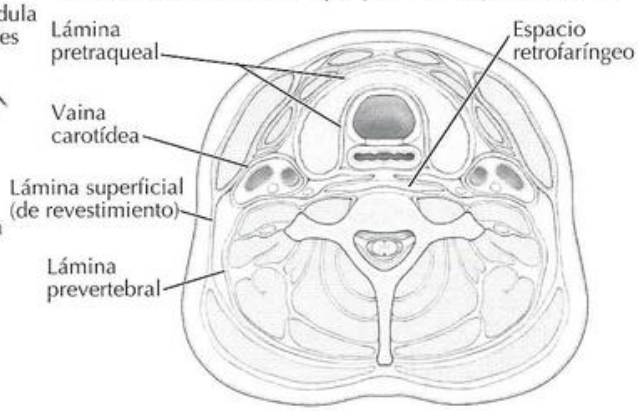
B. Visión lateral



C. Visión anterior



D. Músculos infrahioideos y suprahioideos y sus acciones



E. Compartimentos

3 Músculos prevertebrales

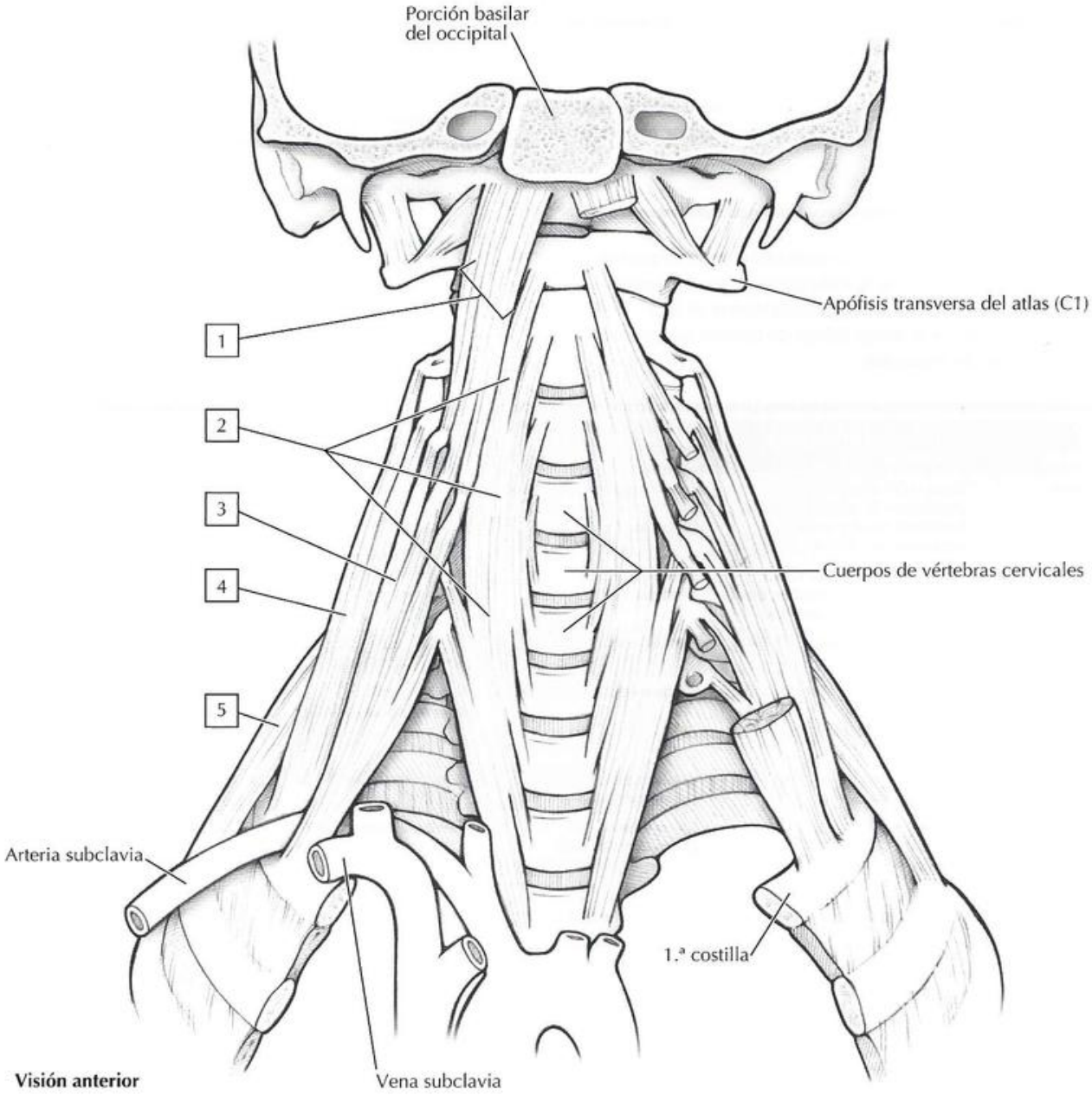
La lámina prevertebral de la fascia del cuello envuelve la mayoría de los músculos prevertebrales, que se sitúan anteriores a la columna vertebral y son músculos que mueven la cabeza y/o actúan como músculos posturales de soporte de la cabeza y el cuello. Este grupo de músculos incluye los músculos escalenos (anterior, medio y posterior) que se unen a las costillas superiores; también son músculos accesorios de la respiración. Ayudan a elevar la caja torácica durante la inspiración profunda. Los músculos prevertebrales se resumen en la siguiente tabla.

COLOREA los siguientes músculos prevertebrales, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Largo de la cabeza**
- ☐ **2. Largo del cuello**
- ☐ **3. Escaleno anterior (observa que la vena subclavia pasa anterior a este músculo)**
- ☐ **4. Escaleno medio (observa que la arteria subclavia pasa entre este músculo y el músculo escaleno anterior)**
- ☐ **5. Escaleno posterior**

MÚSCULO	INSERCIÓN INFERIOR (ORIGEN)	INSERCIÓN SUPERIOR (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Largo del cuello	Cuerpos de T1-T3 con inserciones en los cuerpos de C4-C7 y apófisis transversas de C3-C6	Tubérculo anterior de C1(atlas), apófisis transversas de C4-C6 y cuerpos de C2-C6	Nervios espinales C2-C6	Flexiona el cuello; permite una pequeña rotación
Largo de la cabeza	Tubérculos anteriores de las apófisis transversas de C3-C6	Porción basilar del hueso occipital	Nervios espinales C2-C3	Flexiona la cabeza
Recto anterior de la cabeza	Masa lateral de C1 (atlas)	Base del hueso occipital, anterior al cóndilo occipital	Nervios espinales C1-C2	Flexiona la cabeza
Recto lateral de la cabeza	Apófisis transversa de C1 (atlas)	Apófisis yugular del hueso occipital	Nervios espinales C1-C2	Flexiona y ayuda a estabilizar la cabeza
Escaleno posterior	Tubérculos posteriores de las apófisis transversas de C4-C8	Segunda costilla	Nervios espinales C6-C8	Flexiona lateralmente el cuello; eleva la segunda costilla
Escaleno medio	Tubérculos posteriores de las apófisis transversas de C2-C7	Primera costilla	Nervios espinales C3-C8	Flexiona lateralmente el cuello; eleva la primera costilla
Escaleno anterior	Tubérculos anteriores de las apófisis transversas de C3-C6	Primera costilla	Nervios espinales C5-C7	Flexiona lateralmente el cuello; eleva la primera costilla

Nota clínica:
Examina la sección transversal del cuello y las láminas fasciales en la ilustración de la página anterior (lámina 3-7); observa que hay un espacio entre la lámina pretraqueal y la lámina prevertebral denominado **espacio retrofaríngeo.** Infecciones y abscesos pueden tener acceso a este espacio y extenderse a cualquier lugar desde la base del cráneo hasta la parte superior de la cavidad torácica (mediastino superior). Por esta razón, los médicos a veces se refieren a este espacio como espacio «de peligro».



Visión anterior

3 Músculos superficiales e intermedios del dorso

Los músculos del dorso (espalda) se dividen funcionalmente en tres grupos: superficiales, intermedios y profundos. Los **músculos superficiales,** que se sitúan superficialmente, controlan movimientos de los miembros superiores, actuando en general sobre las escápulas.

COLOREA los siguientes músculos superficiales, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Trapecio: este músculo y el esternocleidomastoideo son los dos únicos músculos inervados por el nervio accesorio (NC XI)**
- ☐ **2. Dorsal ancho**

Los **músculos intermedios,** justo profundos al plano superficial, son músculos accesorios de la respiración y tienen inserciones en las costillas. En la parte derecha de la lámina se han extirpado el trapecio y el dorsal ancho de manera que pueda verse este grupo de músculos.

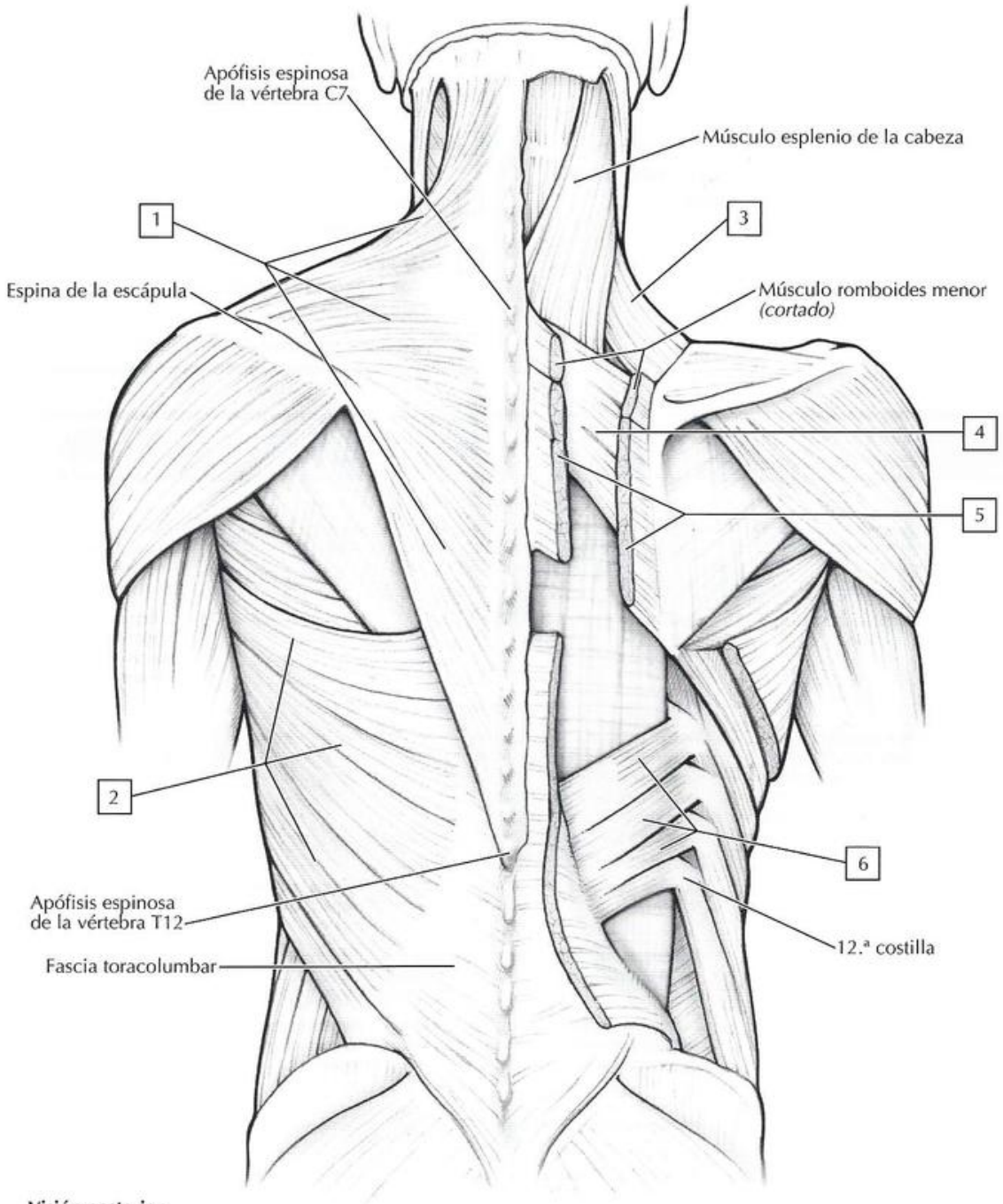
COLOREA los siguientes músculos intermedios, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **3. Elevador de la escápula**
- ☐ **4. Serrato posterior superior: grupo de músculos intermedios; tienen función respiratoria**
- ☐ **5. Romboides mayor (se ha seccionado el músculo para revelar músculos más profundos)**
- ☐ **6. Serrato posterior inferior: grupo de músculos intermedios; tienen función respiratoria**

Estos grupos de músculos del dorso se resumen en la siguiente tabla.

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Trapecio	Línea nucal superior, protuberancia occipital externa, ligamento nucal y apófisis espinosas de C7-T12	Tercio lateral de la clavícula, acromion y espina de la escápula	Nervio accesorio (nervio craneal XI) y C3-C4 (propiocepción)	Eleva, retrae y rota la escápula; las fibras inferiores descienden la escápula
Dorsal ancho	Apófisis espinosas de T7-L5, sacro, fascia toracolumbar, cresta ilíaca y tres últimas costillas	Húmero (surco intertubercular)	Nervio toracodorsal (C6-C8)	Extiende, aduce y rota medialmente el húmero
Elevador de la escápula	Apófisis transversas de C1-C4	Borde medial de la escápula	C3-C4 y nervio dorsal de la escápula (C5)	Eleva la escápula e inclina la cavidad glenoidea inferiormente
Romboides menor y mayor	*Menor:* ligamento nucal y apófisis espinosas de C7-T1 *Mayor:* apófisis espinosas de T2-T5	Borde medial de la escápula	Nervio dorsal de la escápula (C4-C5)	Retrae la escápula, la rota para descender la cavidad glenoidea y fija la escápula a la pared torácica
Serrato posterior superior	Ligamento nucal y apófisis espinosas de C7-T3	Borde superior de las costillas 2-4	Nervios espinales T1-T4	Eleva las costillas
Serrato posterior inferior	Apófisis espinosas de T11-L2	Borde inferior de las costillas 9-12	Nervios espinales T9-T12	Desciende las costillas

Los grupos de músculos superficial e intermedio del dorso están inervados segmentariamente por ramos anteriores de los nervios espinales (excepto el trapecio). El grupo superficial migra sobre el dorso durante el desarrollo del embrión, aunque funcionan como músculos del miembro superior.



Visión posterior

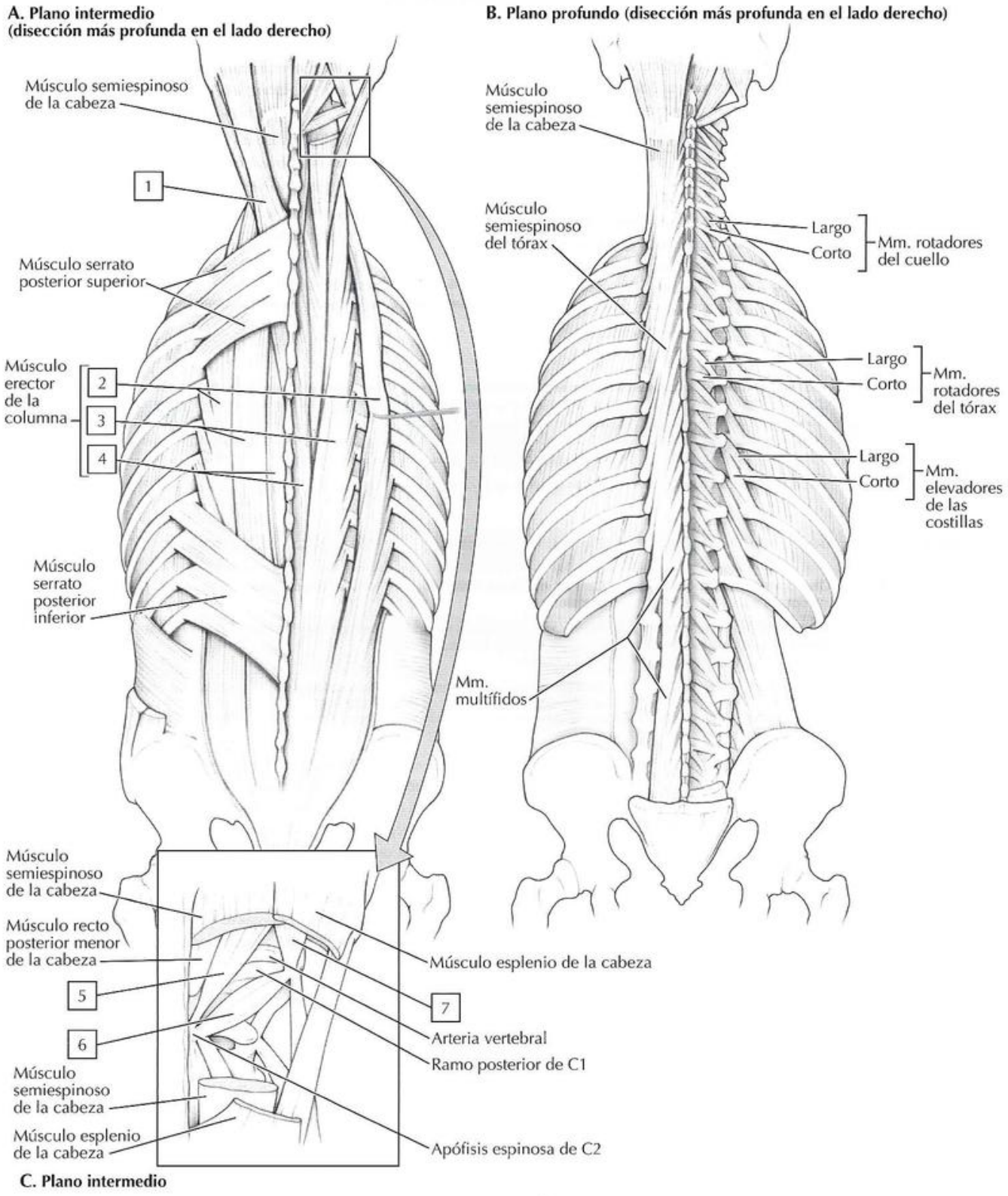
3 Músculos profundos (intrínsecos) del dorso

Los músculos profundos, o intrínsecos, del dorso (espalda) están por debajo de los del plano intermedio. Participan en el movimiento de la cabeza y el cuello o en el control postural de la columna vertebral. Están compuestos por una **capa superficial** (músculos esplenios), una **capa intermedia** (erector de la columna) y una **capa profunda** (transversoespinosos). Sostienen la columna vertebral, permiten movimientos de la columna vertebral y están inervados por ramos posteriores de nervios espinales. Además, los músculos del dorso del cuello son músculos transversoespinosos que comprenden la región suboccipital. Los músculos se resumen en la siguiente tabla.

COLOREA cada uno de los siguientes músculos intrínsecos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Esplenio de la cabeza**
- ☐ **2. Iliocostal (grupo erector de la columna, justo lateral al músculo longísimo)**
- ☐ **3. Longísimo (grupo erector de la columna, justo lateral al músculo espinoso)**
- ☐ **4. Espinoso (grupo erector de la columna, se sitúa más medialmente en el dorso)**
- ☐ **5. Recto posterior mayor de la cabeza (región suboccipital)**
- ☐ **6. Oblicuo inferior de la cabeza (región suboccipital; los músculos 5-7 de esta lista forman el «triángulo suboccipital»)**
- ☐ **7. Oblicuo superior de la cabeza (región suboccipital)**

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
		Plano superficial		
Esplenio de la cabeza	Ligamento nucal, apófisis espinosas de C7-T3	Apófisis mastoides del hueso temporal y tercio lateral de la línea nucal superior	Nervios cervicales medios	*Bilateralmente:* extiende la cabeza *Unilateralmente:* inclina (flexiona) lateralmente y rota la cara hacia el mismo lado
Esplenio cervical	Apófisis espinosas de T3-T6	Apófisis transversas de C1-C3	Nervios cervicales inferiores	*Bilateralmente:* extiende el cuello *Unilateralmente:* inclina (flexiona) lateralmente y rota el cuello hacia el mismo lado
		Plano intermedio		
Erector de la columna	Parte posterior del sacro, cresta ilíaca, ligamento sacroespinoso, ligamento supraespinoso y apófisis espinosas de las vértebras lumbares inferiores y sacras	*Iliocostal:* ángulos de las costillas inferiores y apófisis transversas cervicales *Longísimo:* entre tubérculos y ángulos de las costillas, apófisis transversas de vértebras torácicas y cervicales, apófisis mastoides *Espinoso:* apófisis espinosas de las vértebras torácicas superiores y cervicales medias	Nervios espinales respectivos de cada región	Extiende e inclina lateralmente la columna vertebral y la cabeza
Semiespinosos	Apófisis transversas de C4-T12	Apófisis espinosas de las regiones torácica y cervical	Nervios espinales respectivos de cada región	Extienden la cabeza, cuello y tórax y los rotan hacia el lado opuesto
Multífidos	Sacro, ilion y apófisis transversas de T1-T12 y apófisis articulares de C4-C7	Apófisis espinosas de vértebras situadas por encima, saltando de dos a cuatro segmentos	Nervios espinales respectivos de cada región	Estabilizan la columna vertebral
Rotadores	Apófisis transversas	Láminas y apófisis transversas o espinosas situadas por encima, saltando de uno a dos segmentos	Nervios espinales respectivos de cada región	Estabilizan, extienden y rotan la columna vertebral
		Plano profundo		
Recto posterior mayor de la cabeza	Apófisis espinosa del axis	Línea nucal inferior, lateralmente	Nervio suboccipital (C1)	Extiende la cabeza y la rota hacia el mismo lado
Recto posterior menor de la cabeza	Tubérculo posterior del atlas	Línea nucal inferior, medialmente	Nervio suboccipital (C1)	Extiende la cabeza
Oblicuo superior de la cabeza	Apófisis transversa del atlas	Hueso occipital	Nervio suboccipital (C1)	Extiende la cabeza y la inclina lateralmente
Oblicuo inferior de la cabeza	Apófisis espinosa del axis	Apófisis transversa del atlas	Nervio suboccipital (C1)	Rota el atlas girando la cabeza hacia el mismo lado


A. Plano intermedio
(disección más profunda en el lado derecho)
Músculo semiespinoso de la cabeza
1
Músculo serrato posterior superior
Músculo erector de la columna
2
3
4
Músculo serrato posterior inferior
B. Plano profundo (disección más profunda en el lado derecho)
Músculo semiespinoso de la cabeza
Músculo semiespinoso del tórax
Largo
Corto
Mm. rotadores del cuello
Largo
Corto
Mm. rotadores del tórax
Largo
Corto
Mm. elevadores de las costillas
Mm. multífidos
Músculo semiespinoso de la cabeza
Músculo recto posterior menor de la cabeza
5
6
Músculo semiespinoso de la cabeza
Músculo esplenio de la cabeza
7
Arteria vertebral
Ramo posterior de C1
Apófisis espinosa de C2
C. Plano intermedio

3 Músculos de la pared torácica

Los músculos de la pared torácica llenan los espacios entre costillas adyacentes o tienen inserciones en el esternón o vértebras y luego se unen a costillas o cartílagos costales. Funcionalmente, los músculos de la pared torácica mantienen los espacios intercostales rígidos, evitando así que se abomben durante la espiración o sean succionados durante la inspiración. El papel exacto de los músculos intercostales individuales sobre los movimientos de las costillas es difícil de interpretar a pesar de los muchos estudios electromiográficos.

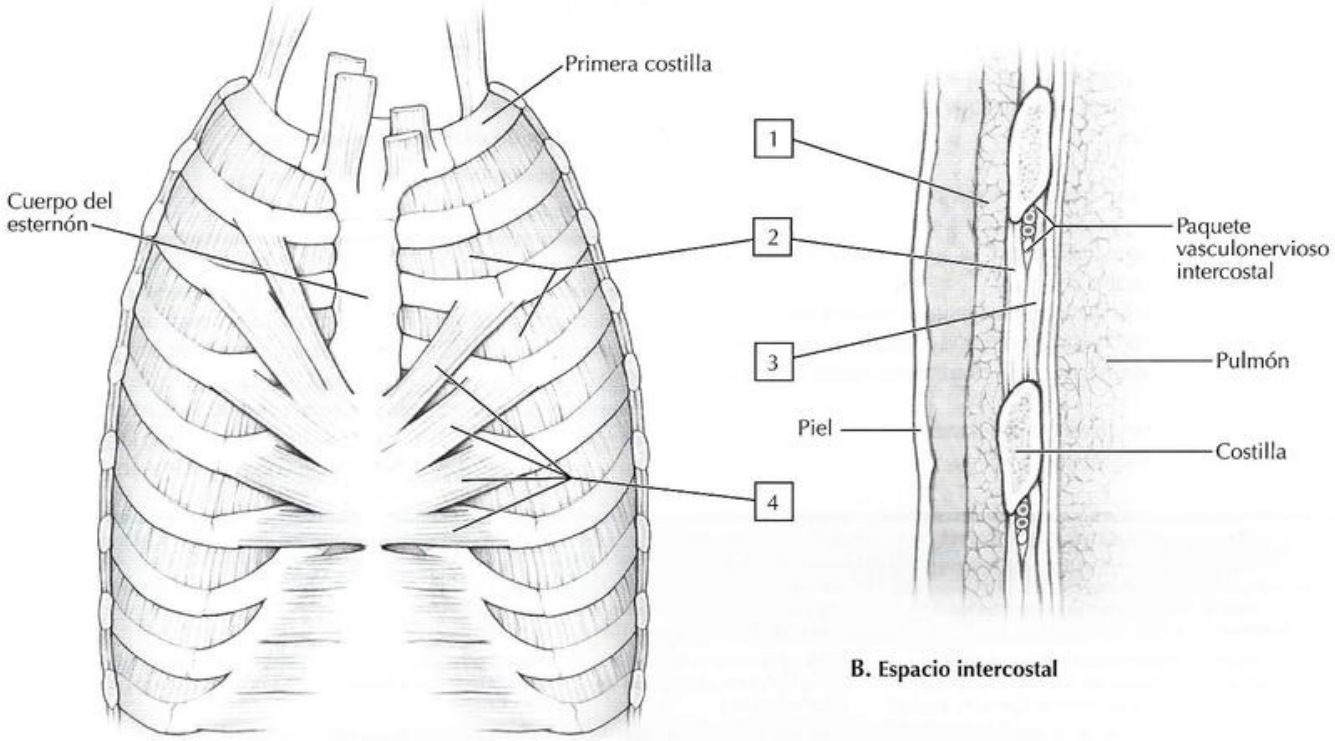
En la pared anterior del tórax, los músculos pectorales mayor y menor se superponen a los músculos intercostales, aunque estos dos músculos actúan realmente sobre el miembro superior y se tratarán más adelante. Nervios y vasos intercostales segmentarios discurren entre los músculos intercostales internos e íntimos, como se ve en la sección transversal de la pared torácica.

COLOREA cada uno de los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Intercostales externos: capa más exterior de los tres músculos intercostales; las fibras discurren de superolateral a inferomedial**
- ☐ **2. Intercostales internos: capa media de los intercostales; las fibras tienden a discurrir de superomedial a inferolateral**
- ☐ **3. Intercostales íntimos: fibras casi paralelas a las de los intercostales internos; a veces se pueden fusionar con este músculo**
- ☐ **4. Transverso del tórax**

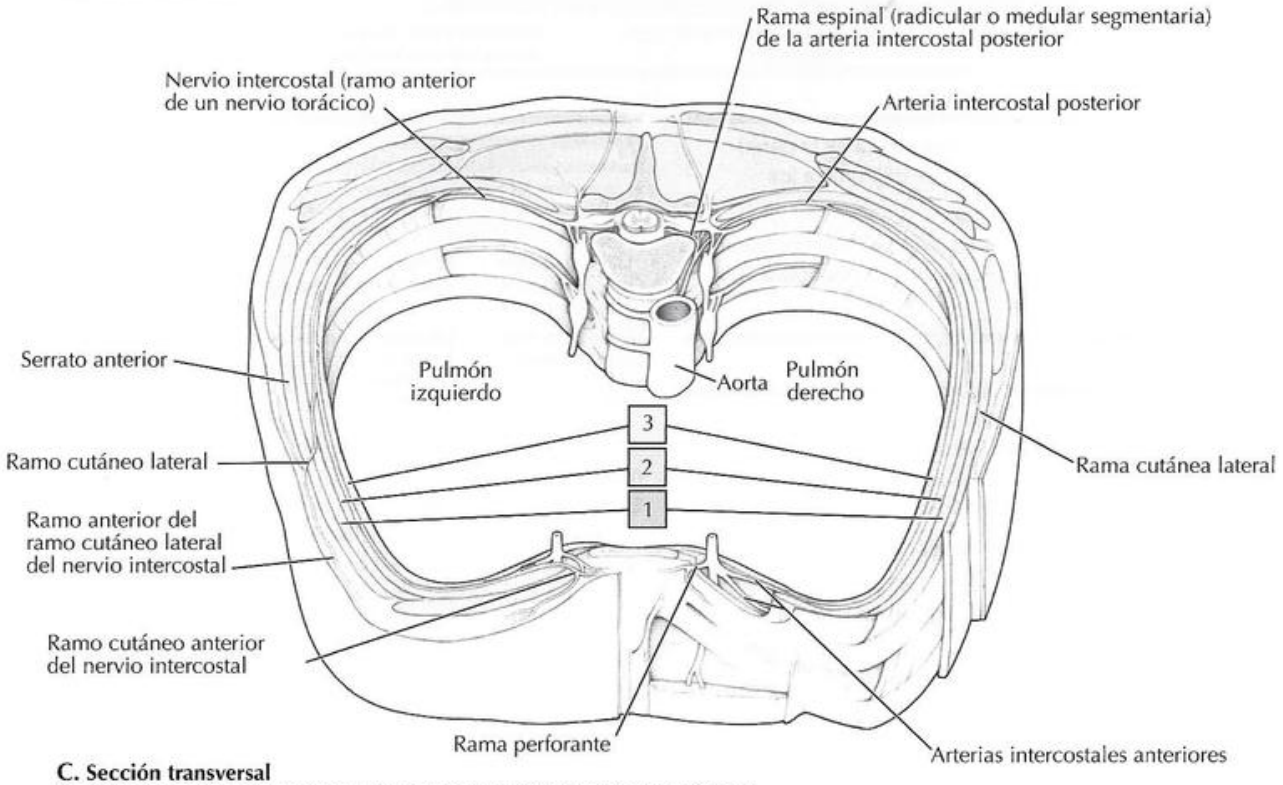
MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Intercostal externo	Borde inferior de la costilla	Borde superior de la costilla	Nervio intercostal	Eleva las costillas
Intercostal interno	Borde inferior de la costilla	Borde superior de la costilla	Nervio intercostal	Eleva las costillas (superiores a la cuarta y quinta); los otros descienden las costillas
Intercostal íntimo	Borde inferior de la costilla	Borde superior de la costilla	Nervio intercostal	Actúa de forma similar a los intercostales internos
Transverso del tórax	Cara posterior de la porción inferior del esternón	Cara interna de los cartílagos costales 2-6	Nervios intercostales	Desciende las costillas y cartílagos costales
Subcostal	Cara interna de las costillas inferiores, cerca de sus ángulos	Bordes superiores de la segunda o tercera costillas situadas inferiormente	Nervios intercostales	Desciende las costillas
Elevador de las costillas	Apófisis transversas de C7 y T1-T11	Costillas subyacentes entre el tubérculo y el ángulo	Ramos dorsales de C8-T11	Eleva las costillas

Nota clínica:
A veces es necesario introducir una aguja o catéter a través de la pared torácica en la cavidad pleural subyacente, por lo general para drenar líquidos (sangre o líquido extracelular y pus) o aire que se acumula en este espacio y que potencialmente podrían colapsar el pulmón. Para evitar puncionar el nervio y los vasos intercostales es necesario colocar cuidadosamente la aguja o catéter, pasándolos inferiormente al surco costal de la costilla.



A. Visión anterior

B. Espacio intercostal



C. Sección transversal
(en el lado derecho se muestran los nervios; en el izquierdo, las arterias)

3 Músculos de la pared anterior del abdomen

Tres músculos (oblicuo externo del abdomen, oblicuo interno del abdomen y transverso del abdomen) se envuelven alrededor de la pared abdominal y son la continuación directa de las tres capas musculares que se encuentran en la pared torácica, donde se sitúan entre las costillas y constituyen los músculos intercostales.

Las funciones de estos músculos anteriores del abdomen son:

- Compresión de la pared abdominal y aumento de la presión intraabdominal, especialmente al levantar peso y durante la micción, la defecación y el parto
- Ayudar al diafragma durante la espiración forzada (esto ocurre cuando se propina un golpe de forma inesperada en la pared anterior del abdomen y muestra cuán contundente puede ser esta acción)
- Ayudar a la flexión y rotación del tronco
- Tensar la pared abdominal

COLOREA estos tres músculos utilizando un color diferente para cada uno. Trabaja desde la capa superficial a la capa más profunda y anota la dirección de las fibras musculares cuando los colorees:

- ☐ **1. Oblicuo externo del abdomen**
- ☐ **2. Oblicuo interno del abdomen**
- ☐ **3. Transverso del abdomen**

Dos músculos de la línea media (recto del abdomen y piramidal) se sitúan dentro de la vaina del recto del abdomen, una vaina tendinosa compuesta por las capas aponeuróticas de los tres músculos abdominales coloreados (1-3). Las capas (láminas) que componen la vaina son deficientes por debajo de la línea arqueada (en el cuarto inferior) de la vaina del recto, donde sólo la fascia transversal se encuentra en contacto con el recto del abdomen.

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Oblicuo externo del abdomen	Caras externas de las costillas 5.ª a 12.ª	Línea alba, tubérculo del pubis y mitad anterior de la cresta ilíaca	Seis nervios torácicos inferiores	Comprime y sujeta las vísceras abdominales; flexiona y rota el tronco
Oblicuo interno del abdomen	Fascia toracolumbar, dos tercios anteriores de la cresta ilíaca y dos tercios laterales del ligamento inguinal	Bordes inferiores de las costillas 10.ª a 12.ª, línea alba y pubis vía tendón conjunto	Ramos ventrales de los seis nervios torácicos inferiores y 1.º lumbar	Comprime y sujeta las vísceras abdominales; flexiona y rota el tronco
Transverso del abdomen	Caras internas de los cartílagos costales 7-12, fascia toracolumbar, cresta ilíaca y tercio lateral del ligamento inguinal	Línea alba con la aponeurosis del oblicuo interno, cresta del pubis y pecten del pubis vía tendón conjunto	Ramos ventrales de los seis nervios torácicos inferiores y 1.º lumbar	Comprime y sujeta las vísceras abdominales
Recto del abdomen	Sínfisis y cresta del pubis	Apófisis xifoides y cartílagos costales 5-7	Ramos ventrales de los seis nervios torácicos inferiores	Flexiona el tronco y comprime las vísceras abdominales

COLOREA los músculos de la línea media de la pared anterior del abdomen, utilizando un color diferente a los utilizados previamente:

- ☐ **4. Recto del abdomen (observa las tres intersecciones tendinosas, las famosas «tabletas de chocolate»)**
- ☐ **5. Piramidal**

COLOREA las aponeurosis que se extienden desde los músculos para formar las láminas de la vaina del recto del abdomen. Utiliza un color diferente a los colores de los músculos, pero observa la relación con los músculos.

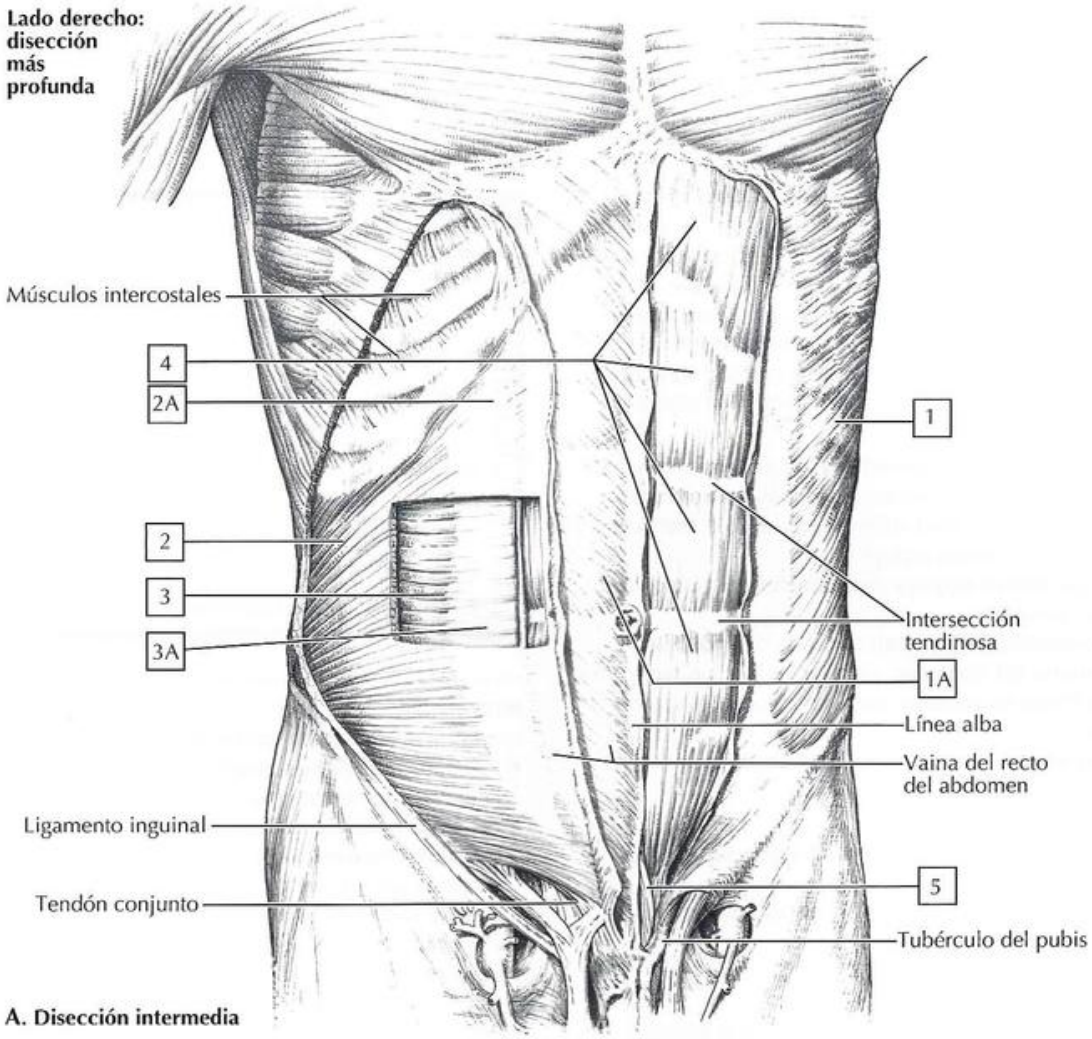
- ☐ **1A. Aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen**
- ☐ **2A. Aponeurosis del músculo oblicuo interno del abdomen**
- ☐ **3A. Aponeurosis del músculo transverso del abdomen**

LÁMINA	COMENTARIO
Lámina anterior por encima de la línea arqueada	Formada por fusión de las aponeurosis de los músculos oblicuos externo e interno del abdomen
Lámina posterior por encima de la línea arqueada	Formada por fusión de las aponeurosis de los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen
Por debajo de la línea arqueada	Las aponeurosis de los tres músculos se fusionan para formar la lámina anterior, con el recto del abdomen sólo en contacto, posteriormente, con la fascia transversal

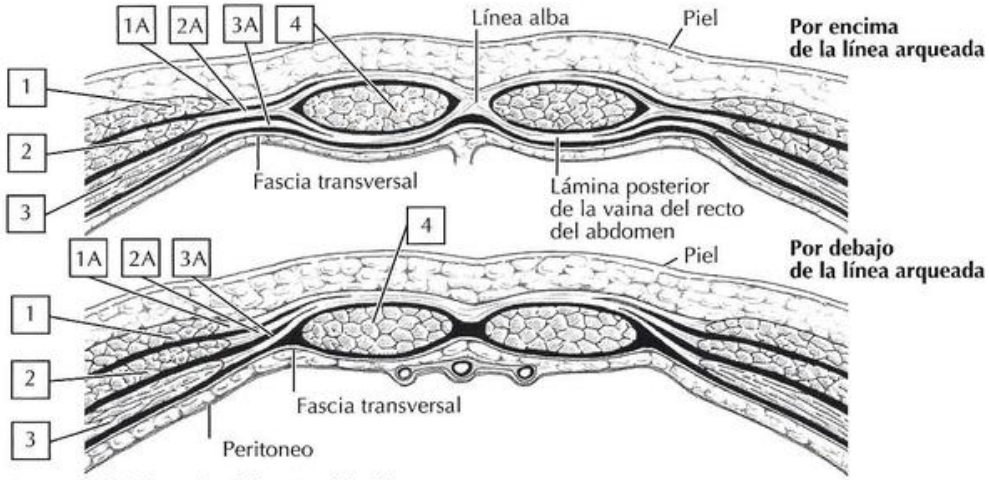
Nota clínica:

En la pared anterior del abdomen se pueden producir **hernias,** evaginaciones anormales de las estructuras subyacentes debido a la debilidad de la pared. Los tipos más comunes son:

- Hernias umbilicales: por lo general se observan hasta la edad de 3 años o después de los 40 años de edad
- Hernias de la línea alba: a menudo se producen en la región epigástrica a lo largo de la línea alba, en la línea media
- Hernias incisionales: ocurren en los lugares con cicatrices quirúrgicas abdominales previas
- Hernias inguinales: relacionadas con el conducto inguinal, en la región inguinal (donde el abdomen y el muslo se encuentran)



A. Disección intermedia



B. Sección transversal de la vaina del recto del abdomen

3 Músculos de la región inguinal del varón

Los músculos de la región inguinal en el varón y la mujer son similares. Sin embargo, la presencia del cordón espermático en el conducto inguinal y el descenso testicular durante el desarrollo fetal hacen que esta región sea única clínicamente en el varón y predisponen a la aparición de hernias inguinales.

Durante el desarrollo, el testículo desciende desde su lugar de origen embrionario en la región posterior del abdomen a través del conducto inguinal (un conducto oblicuo, de lateral a medial, a través de la pared anteroinferior del abdomen) hacia el interior del escroto. Cada testículo está sujetado por su **cordón espermático,** que entre otras estructuras contiene el conducto deferente, que proporcionará una vía de paso a los espermatozoides para volver a entrar en la cavidad corporal y alcanzar la uretra prostática durante la excitación sexual.

A medida que el **cordón espermático** discurre por el conducto inguinal, recoge las capas fasciales espermáticas derivadas de las estructuras de la pared abdominal cuando el testículo desciende. Estos derivados incluyen:

- **Fascia espermática externa:** derivada del músculo oblicuo externo del abdomen
- **Fascia cremastérica (media):** derivada del músculo oblicuo interno del abdomen, esta fascia incluye realmente pequeñas fibras musculares esqueléticas del músculo cremáster
- **Fascia espermática interna:** derivada de la fascia transversal

El cordón espermático contiene las siguientes estructuras:

- Conducto deferente
- Arterias testicular y cremastérica, y la arteria del conducto deferente
- Plexo venoso pampiniforme
- Fibras nerviosas autónomas
- Ramo genital del nervio genitofemoral (inerva el músculo cremáster)
- Linfáticos

El **conducto inguinal** es una pequeña vía de paso a través de la musculatura abdominal que está delimitada en ambos extremos por los anillos inguinales; el anillo profundo se abre en el abdomen y el anillo superficial externamente justo lateral al tubérculo del pubis. Las características del conducto inguinal se indican en la siguiente tabla.

COLOREA los siguientes elementos de la región inguinal y el cordón espermático, utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **1. Conducto deferente**
- ☐ **2. Músculo oblicuo externo del abdomen y aponeurosis**
- ☐ **3. Músculo oblicuo interno del abdomen**
- ☐ **4. Músculo transverso del abdomen**
- ☐ **5. Fascia transversal**
- ☐ **6. Fascia espermática externa (que cubre el cordón espermático)**
- ☐ **7. Fascia (músculo) cremastérica**
- ☐ **8. Fascia espermática interna**

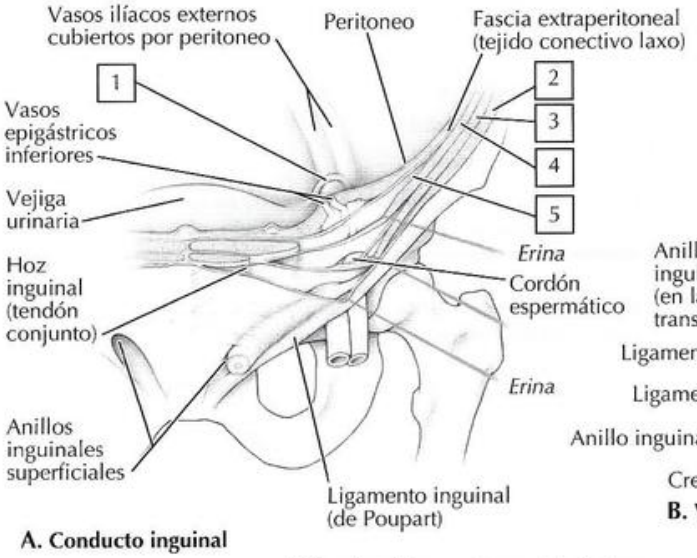
Nota clínica:

Las **hernias inguinales** son de dos tipos:

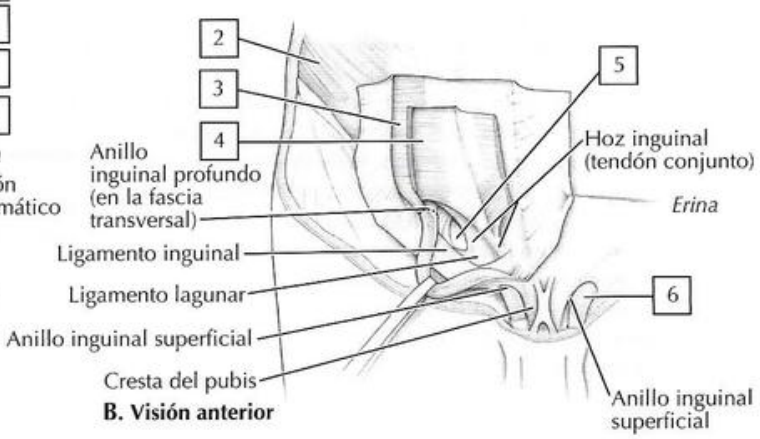
- Indirecta: el 75% de las hernias inguinales; se producen laterales a los vasos epigástricos inferiores y pasan a través del anillo inguinal profundo y el conducto inguinal en una protrusión del peritoneo dentro del cordón espermático (cubierto por las tres capas del cordón espermático)
- Directa: el 25% de las hernias; se producen mediales a los vasos epigástricos inferiores y pasan a través de la pared posterior del conducto inguinal; están separadas del cordón espermático

Las hernias inguinales son mucho más frecuentes en varones que en mujeres, probablemente en relación con el descenso testicular en el varón.

Músculos de la región inguinal del varón

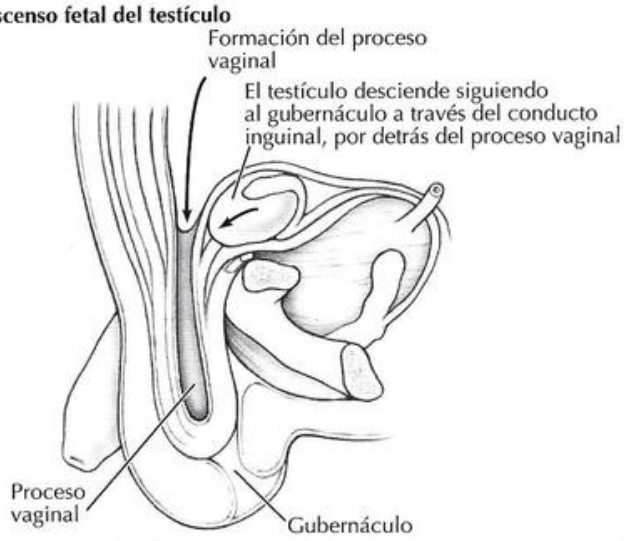


A. Conducto inguinal

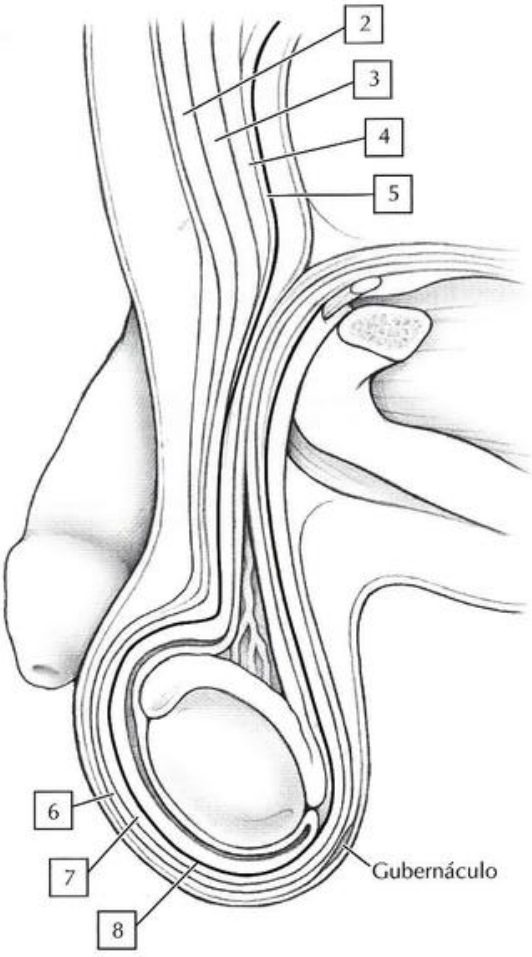


B. Visión anterior

C. Descenso fetal del testículo



D. Descenso testicular



E. Configuración en el adulto

3 Músculos de la pared posterior del abdomen

Los músculos de la pared posterior del abdomen se encuentran por detrás de la cavidad peritoneal y su superficie anterior está separada de esta cavidad por:

- Fascia transversal
- Una capa de grasa extraperitoneal de espesor variable
- Peritoneo parietal que tapiza la cavidad peritoneal

Estos músculos llenan el espacio entre el borde inferior de la caja torácica y revisten la cavidad abdominopélvica hasta el nivel de la pelvis verdadera. A menudo, el **diafragma** se incluye con estos músculos, y su extensión superior se eleva casi hasta el nivel del cuerpo de la 8.ª vértebra torácica. La contracción del diafragma tira del centro tendinoso inferiormente y esta acción aumenta el volumen de la cavidad torácica, causando una caída en la presión ligeramente por debajo de la de la presión ambiente fuera del cuerpo. Como resultado, el aire pasa de forma pasiva hacia el interior de la tráquea y los pulmones. La relajación del diafragma y el retroceso elástico de los pulmones expulsa el aire durante la espiración normal. Estos músculos se resumen en la siguiente tabla.

COLOREA los siguientes músculos de la pared posterior del abdomen, utilizando un color diferente para cada músculo:

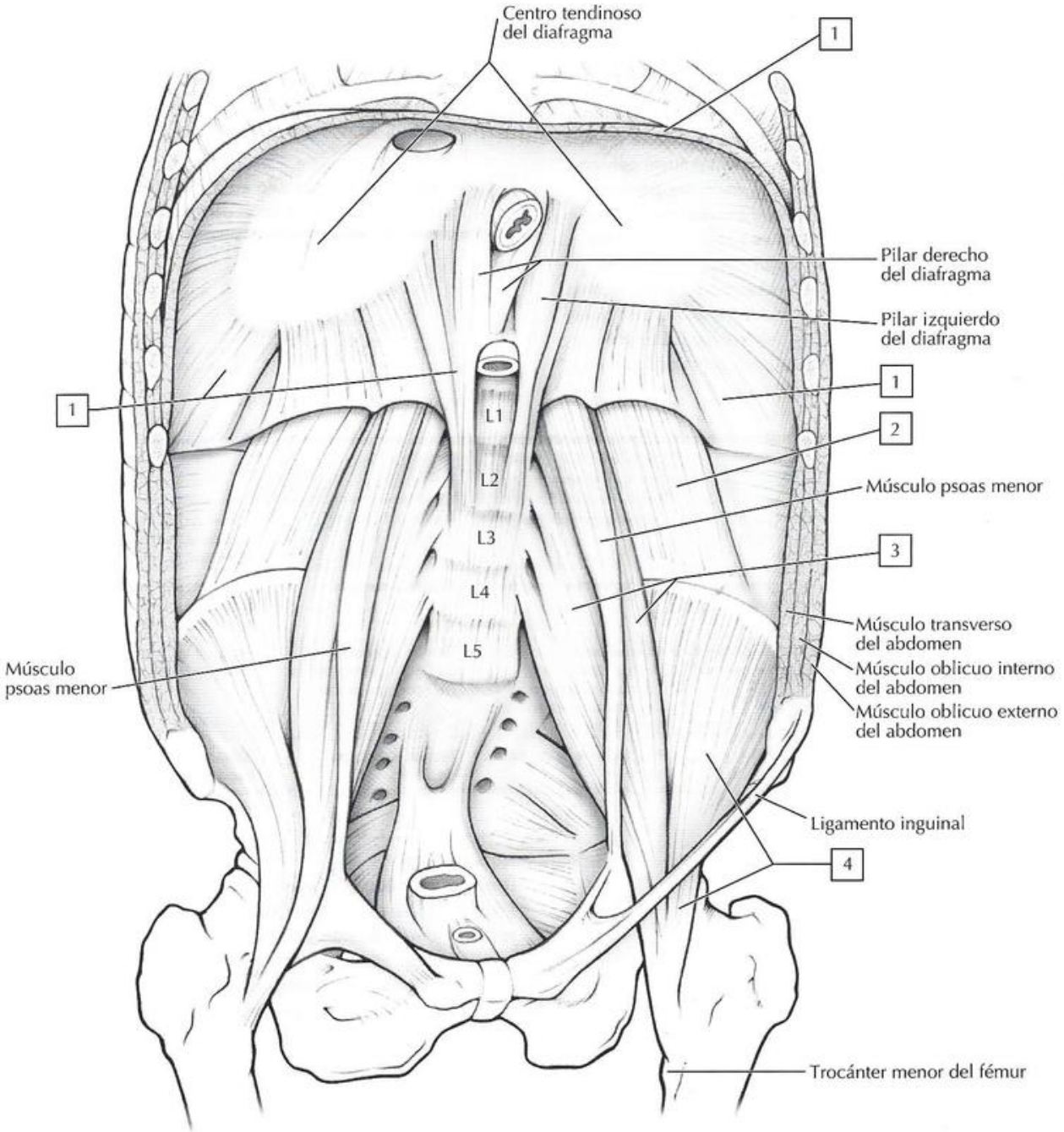
- ☐ **1. Diafragma (dejar el tendón central sin colorear)**
- ☐ **2. Cuadrado lumbar**
- ☐ **3. Psoas mayor**
- ☐ **4. Ilíaco: este músculo y el psoas se fusionan para funcionar como un solo músculo, el iliopsoas**

El músculo psoas menor no siempre está presente, pero actúa como un débil flexor de la columna vertebral lumbar.

MÚSCULO	INSERCIÓN SUPERIOR (ORIGEN)	INSERCIÓN INFERIOR (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES
Psoas mayor	Apófisis transversas de las vértebras lumbares; lados de los cuerpos de las vértebras T12-L5 y sus correspondientes discos intervertebrales	Trocánter menor del fémur	Plexo lumbar vía ramos ventrales de los nervios L1-L4	Actuando superiormente con el ilíaco, flexionan la cadera; actuando inferiormente, flexiona la columna vertebral lateralmente; se utiliza para equilibrar el tronco al sentarse; actuando inferiormente con el ilíaco, flexionan el tronco
Ilíaco	Dos tercios superiores de la fosa ilíaca, ala del sacro y ligamentos sacroilíacos anteriores	Trocánter menor del fémur y cuerpo del fémur inferior a éste y al tendón del psoas mayor	Nervio femoral (L2-L4)	Flexiona la cadera y estabiliza la articulación de la cadera; actúa con el psoas mayor
Cuadrado lumbar	Mitad medial del borde inferior de la 12.ª costilla y vértices de las apófisis transversas lumbares	Ligamento iliolumbar y labio interno de la cresta ilíaca	Ramos ventrales de los nervios T12 y L1-L4	Extiende y flexiona lateralmente la columna vertebral; fija la 12.ª costilla durante la inspiración
Diafragma	Apófisis xifoides, seis cartílagos costales inferiores, vértebras L1-L3	Converge en el centro tendinoso	Nervio frénico (C3-C5)	Tira del centro tendinoso hacia abajo y hacia delante durante la inspiración

Nota clínica:
Una infección de un disco intervertebral a nivel del músculo psoas mayor puede provocar un **absceso del psoas,** que aparece primero en el origen superior del músculo. Esta infección puede extenderse por debajo de la vaina fascial del psoas que cubre este músculo y extenderse incluso inferior al ligamento inguinal.

Músculos de la pared posterior del abdomen



Visión interna

3 Músculos de la pelvis

Los músculos de la pelvis revisten las paredes laterales de la pelvis (obturador interno y piriforme) y se insertan en el fémur (hueso del muslo) o cubren el suelo de la pelvis (elevador del ano e isquiococcígeo) formando un **«diafragma pélvico».** Los dos músculos que forman nuestro diafragma pélvico son realmente los músculos que hemos cooptado para un uso diferente al que estaban destinados originalmente en la mayoría de los vertebrados terrestres. La mayoría de los mamíferos terrestres, por ejemplo, son cuadrúpedos, mientras que nosotros somos bípedos y adoptamos una postura erguida. El bipedismo pone mayor presión sobre nuestro suelo pélvico inferior, ya que soporta nuestras vísceras abdominopélvicas. Por tanto, en nosotros, los músculos que se usan para meter la cola entre los miembros posteriores (isquiococcígeo) o los que se usan para mover la cola (elevador del ano), ahora en nosotros se utilizan para una función de soporte porque hemos perdido nuestra cola. El músculo elevador del ano es realmente una fusión de tres músculos independientes: los músculos pubococcígeo, puborrectal e iliococcígeo. Los músculos de la pelvis se resumen en la siguiente tabla.

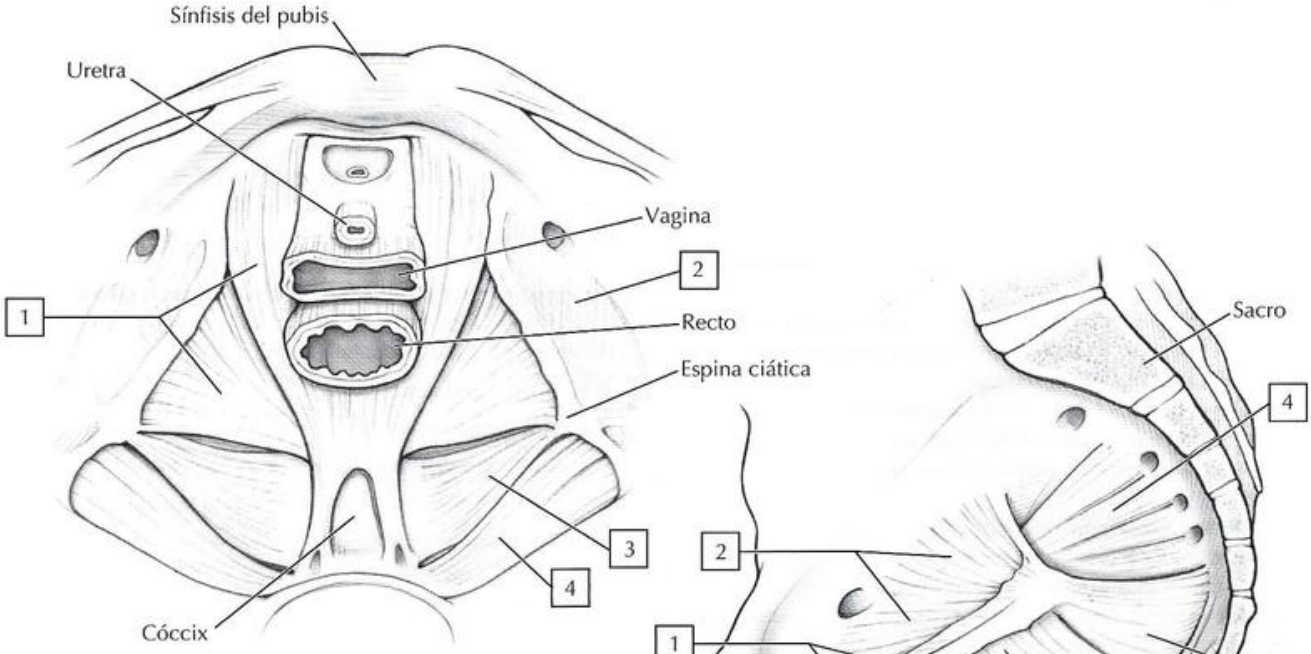
COLOREA los siguientes músculos de la pelvis, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Elevador del ano: en realidad compuesto por tres músculos fusionados, es nuestro viejo músculo «para mover la cola»**
- ☐ **2. Obturador interno**
- ☐ **3. Isquiococcígeo (coccígeo): a menudo parcialmente fibroso, es nuestro viejo músculo «para esconder la cola»**
- ☐ **4. Piriforme: un músculo en forma de pera; más ancho en un extremo que en el otro, como una pera**

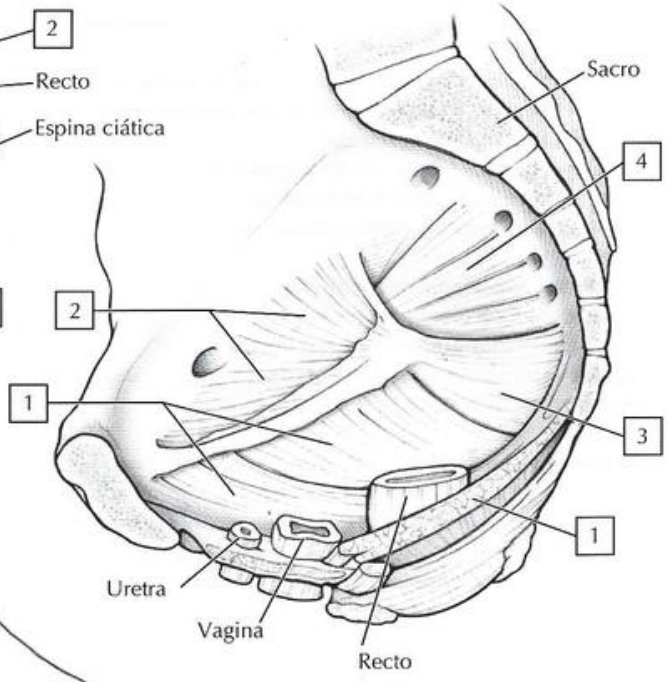
MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Obturador interno	Cara pélvica de la membrana obturatriz y huesos pélvicos	Trocánter mayor del fémur	Nervio del obturador interno	Rota el muslo extendido lateralmente; abduce el muslo flexionado a nivel de la cadera
Piriforme	Cara anterior de los segmentos sacros 2.° a 4.° y ligamento sacrotuberoso	Trocánter mayor del fémur	Ramos anteriores de S1-S2	Rota el muslo extendido lateralmente; abduce el muslo flexionado; estabiliza la articulación de la cadera
Elevador del ano	Cuerpo del pubis, arco tendinoso de la fascia del obturador y espina ciática	Cuerpo perineal, cóccix, cuerpo (ligamento) anococcígeo, paredes de próstata o vagina, recto y conducto anal	Ramos anteriores de S3-S4, nervio perineal del nervio pudendo	Sostiene las vísceras pélvicas; eleva el suelo de la pelvis
Isquiococcígeo (coccígeo)	Espina ciática y ligamento sacroespinoso	Porción inferior del sacro y cóccix	Ramos anteriores de S4-S5	Sostiene las vísceras pélvicas; tira hacia delante del cóccix

Nota clínica:

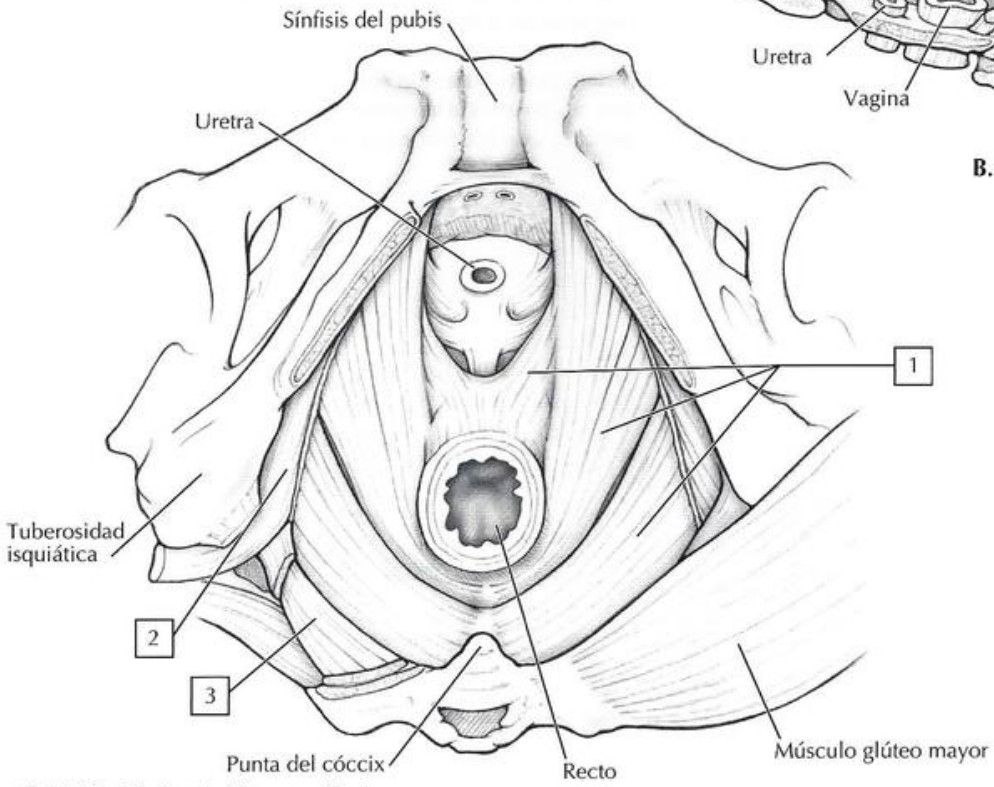
Durante la **defecación,** el elevador del ano, especialmente las fibras musculares alrededor del recto, se relaja para permitir a la región anorrectal (recto y conducto anal) enderezarse y facilitar la evacuación. El ángulo normal entre el recto por encima y el conducto anal por debajo es de unos 90 grados (esto ayuda a cerrar la unión anorrectal), pero durante la defecación este ángulo aumenta aproximadamente unos 40-50 grados (oscilaciones del conducto anal hacia delante). Esta relajación, junto con la relajación de los esfínteres anales (no mostrados), abre el conducto anal.



A. Visión superior (pelvis femenina)



B. Visión medial (pelvis femenina)



C. Visión inferior (pelvis masculina)

3 Músculos del periné

El periné es una región con forma de rombo entre los muslos. Puede dividirse en un **triángulo urogenital** (UG) anterior y un **triángulo anal** posterior mediante una línea horizontal imaginaria que conecta las dos tuberosidades isquiáticas. Los límites del periné incluyen:

- Sínfisis del pubis, anteriormente
- Tuberosidades isquiáticas, lateralmente
- Cóccix, posteriormente

Los músculos del espacio perineal superficial son músculos esqueléticos e incluyen:

- **Isquiocavernoso:** músculo par que rodea los cuerpos cavernosos (tejido eréctil) en el varón o el pilar del clítoris (también tejido eréctil) en la mujer
- **Bulboesponjoso:** un músculo de la línea media que rodea el bulbo del pene en el varón o se divide para rodear los bulbos vestibulares en la mujer; éstos también son estructuras de tejido eréctil
- **Transverso superficial del periné:** músculo par que estabiliza el cuerpo perineal (centro tendinoso del periné) (este músculo, a menudo, es muy pequeño y difícil de identificar)
- **Esfínter externo del ano:** cierra el conducto anal y descansa sobre el músculo elevador del ano subyacente

El **cuerpo perineal (centro tendinoso del periné)** es una estructura de anclaje importante para el periné. Los músculos bulboesponjoso, transverso superficial del periné, elevador del ano y esfínter externo del ano tienen todos inserciones en el cuerpo perineal. El **triángulo UG** contiene los genitales externos en ambos sexos, mientras que el **triángulo anal** (el espacio se denomina fosa isquioanal) está lleno, en gran parte, de grasa y tejido fibroso.

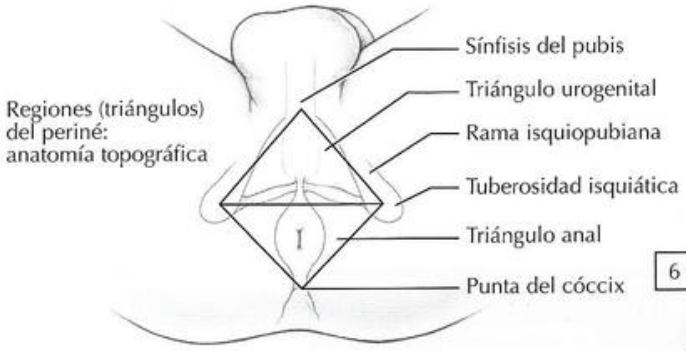
Profundo a los músculos del triángulo UG se encuentra el esfínter externo de la uretra en el varón (cierra la uretra membranosa, excepto al orinar o durante la eyaculación). En la mujer, el esfínter uretral se mezcla con los músculos compresor de la uretra y esfínter uretrovaginal en el espacio perineal profundo. Todos estos músculos, en ambos sexos, están bajo control voluntario e inervados por el nervio pudendo (significa «vergonzoso») (S2-S4) del plexo sacro (ramos anteriores).

COLOREA los músculos del periné, utilizando un color diferente para cada músculo:

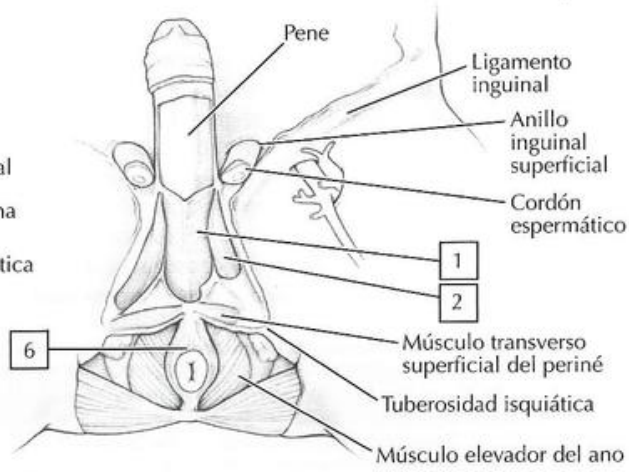
- ☐ **1. Bulbocavernoso**
- ☐ **2. Isquiocavernoso**
- ☐ **3. Esfínter externo de la uretra (en el varón)**
- ☐ **4. Esfínter externo de la uretra (en la mujer)**
- ☐ **5. Compresor de la uretra (en la mujer)**
- ☐ **6. Esfínter externo del ano**

Nota clínica:

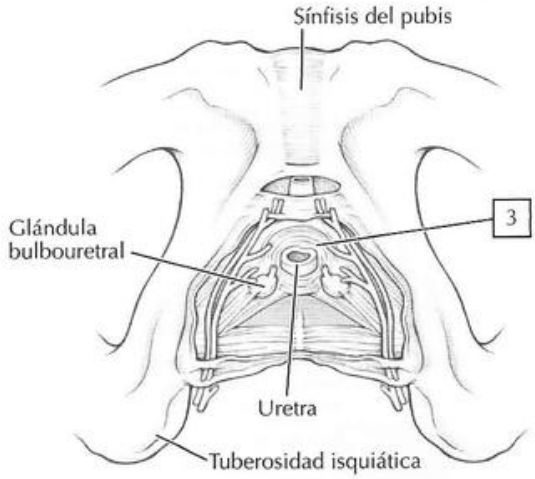
Durante el parto, para prevenir una distensión o desgarro extenso del periné puede ser necesario agrandar la abertura vaginal. Una incisión, denominada **episiotomía,** puede realizarse en la línea media posterior (episiotomía media) o posterolateralmente al orificio vaginal para facilitar el parto. Es importante suturar la episiotomía cuidadosamente de modo que se conserve la integridad del cuerpo perineal, porque es una estructura de soporte importante para los músculos del periné.



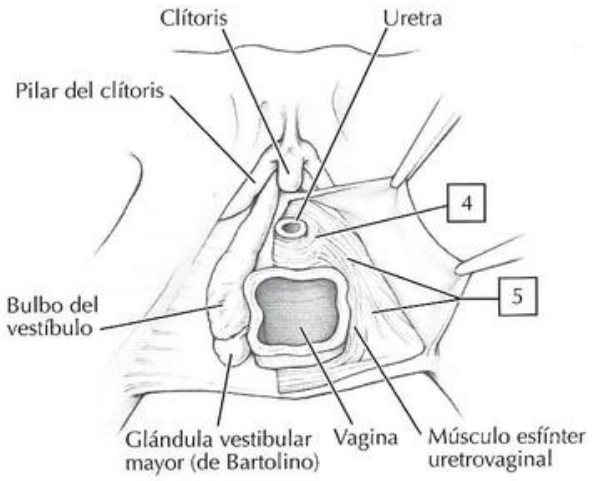
A. Regiones (triángulos) del periné: anatomía de superficie



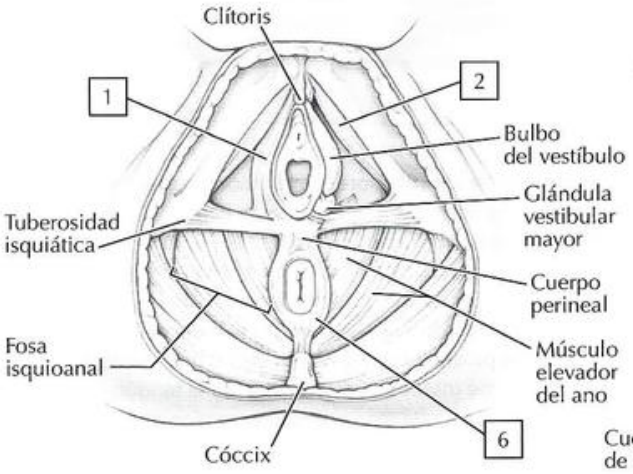
B. Disección profunda



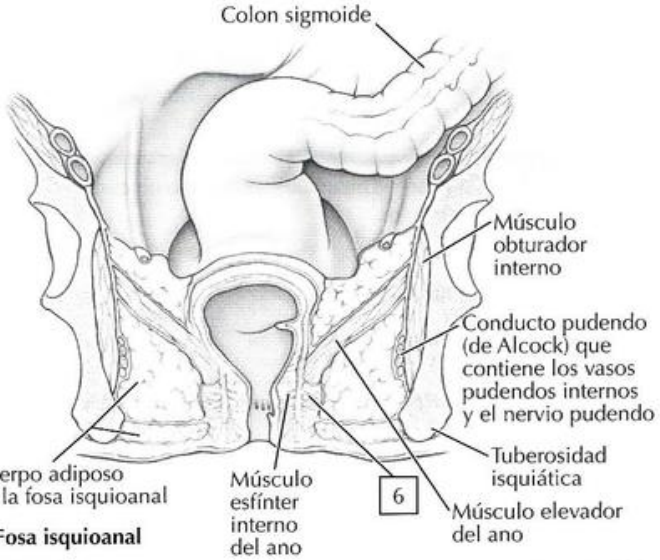
C. Varón: visión inferior



D. Mujer: disección profunda



E. Mujer: periné profundo



F. Fosa isquioanal

3 Músculos posteriores del hombro

Los músculos posteriores del hombro tienen inserciones en la escápula (el dorsal ancho puede o no tener una pequeña inserción en el ángulo inferior) y colaboran en los movimientos de la escápula y la articulación del hombro. Observa que cuando el brazo es abducido por encima de los 20 grados (ángulo entre la axila y tu cuerpo cuando el brazo es abducido), la escápula empieza a rotar con el ángulo inferior balanceándose lateralmente (esto inclina la fosa glenoidea hacia arriba). Estos músculos elevan en general la escápula, facilitan su rotación o la devuelven a su posición de reposo (el brazo es aducido contra el cuerpo). Estos músculos se resumen en la siguiente tabla.

Entre estos músculos, cuatro desempeñan un papel especial en la estabilización de la articulación esferoidea poco profunda del hombro (de poca profundidad para proporcionar una amplia movilidad) y se denominan **músculos del manguito de los rotadores.** Incluyen:

- Supraespinoso
- Infraespinoso
- Redondo menor
- Subescapular: se sitúa en la cara anterior de la escápula en la fosa subescapular

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Trapecio	Tercio medial de la línea nucal superior; protuberancia occipital externa, ligamento nucal y apófisis espinosas de C7-T12	Tercio lateral de la clavícula, acromion y espina de la escápula	Raíz espinal del nervio accesorio (nervio craneal XI) y nervios cervicales C3 y C4	Eleva, retrae y rota la escápula; las fibras superiores elevan, las fibras medias retraen y las fibras inferiores descienden la escápula
Dorsal ancho	Apófisis espinosas de T7-L5, fascia toracolumbar, cresta ilíaca y tres o cuatro costillas inferiores	Surco intertubercular del húmero	Nervio toracodorsal (C6-C8)	Extiende, aduce y rota medialmente el húmero a nivel del hombro
Elevador de la escápula	Apófisis transversas de las vértebras C1-C4	Porción superior del borde medial de la escápula	Nervios dorsal de la escápula y cervicales (C3 y C4)	Eleva la escápula e inclina su cavidad glenoidea inferiormente rotando la escápula
Romboides menor y mayor	*Menor:* ligamento nucal y apófisis espinosas de C7 y T1 *Mayor:* apófisis espinosas de T2-T5	Borde medial de la escápula desde el nivel de la espina hasta el ángulo inferior	Nervio dorsal de la escápula (C4-C5)	Retrae la escápula y la rota descendiendo la cavidad glenoidea; fija la escápula a la pared torácica
Supraespinoso (músculo del manguito de los rotadores)	Fosa supraespinosa de la escápula	Carilla superior en el tubérculo mayor del húmero	Nervio supraescapular (C5-C6)	Ayuda al deltoides a abducir el brazo a nivel del hombro y actúa con los músculos del manguito de los rotadores
Infraespinoso (músculo del manguito de los rotadores)	Fosa infraespinosa de la escápula	Carilla media en el tubérculo mayor del húmero	Nervio supraescapular (C5-C6)	Rota lateralmente el brazo a nivel del hombro; ayuda a mantener la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea
Redondo menor (músculo del manguito de los rotadores)	Borde lateral de la escápula	Carilla inferior del tubérculo mayor del húmero	Nervio axilar (C5-C6)	Rota lateralmente el brazo a nivel del hombro; ayuda a mantener la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea
Redondo mayor	Cara dorsal del ángulo inferior de la escápula	Labio medial del surco intertubercular del húmero	Nervio subescapular inferior (C5-C6)	Extiende, aduce y rota medialmente el brazo a nivel del hombro
Subescapular (músculo del manguito de los rotadores)	Fosa subescapular de la escápula	Tubérculo menor del húmero	Nervios subescapulares superior e inferior (C5-C6)	Rota medialmente el brazo a nivel del hombro y lo aduce; ayuda a mantener la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea

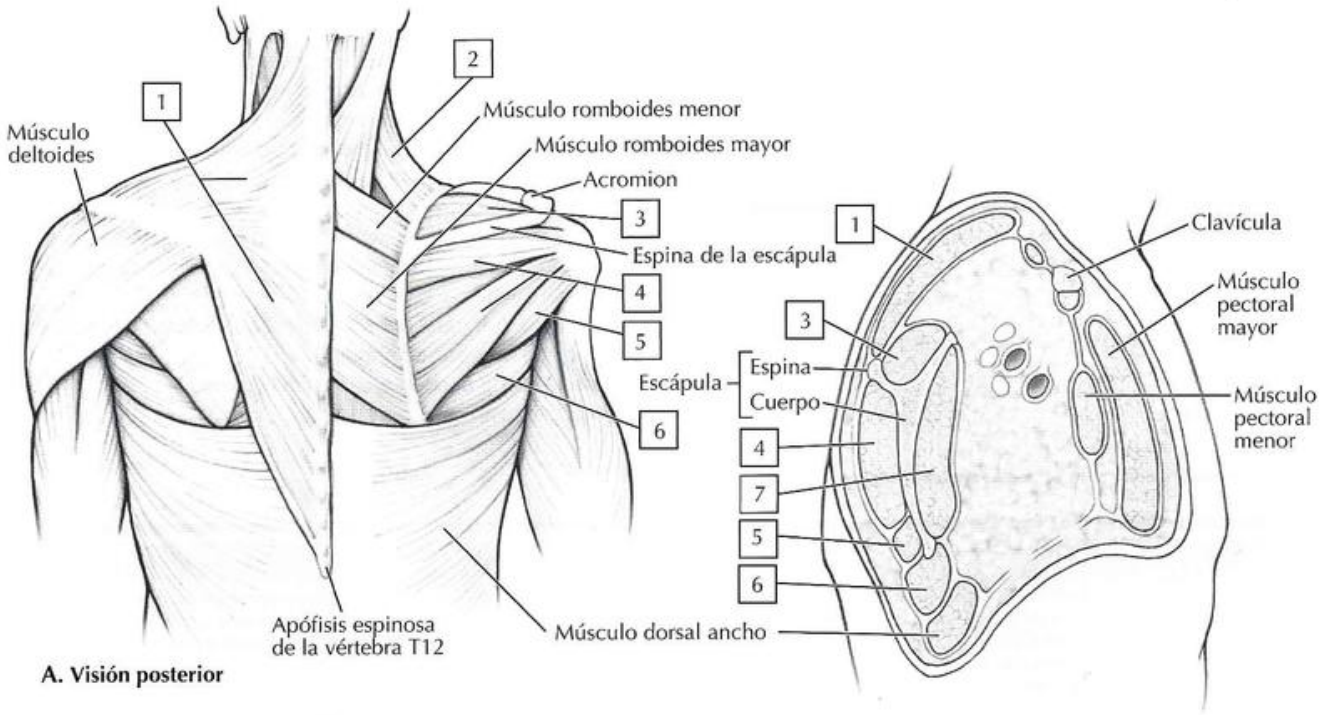
COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Trapecio**
- ☐ **2. Elevador de la escápula**
- ☐ **3. Supraespinoso**
- ☐ **4. Infraespinoso**
- ☐ **5. Redondo menor (puede mezclarse con el músculo infraespinoso)**
- ☐ **6. Redondo mayor**
- ☐ **7. Subescapular (en la cara anterior de la escápula)**

Nota clínica:

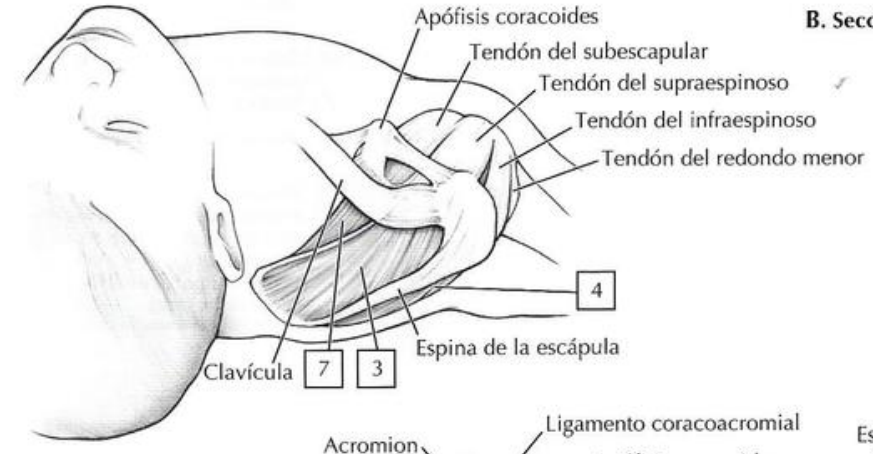
El **manguito de los rotadores,** musculotendinoso, refuerza la articulación del hombro en sus caras superior, posterior y anterior, de ahí que aproximadamente el 95% de las luxaciones del hombro se produzcan en dirección anteroinferior.

La abducción, extensión, rotación lateral (externa) y flexión repetida del brazo a nivel del hombro, el movimiento utilizado al lanzar una pelota, provoca estrés en los elementos del manguito de los rotadores, especialmente el tendón del músculo supraespinoso, ya que roza sobre el acromion y el ligamento coracoacromial. Los desgarros o la ruptura de este tendón son lesiones deportivas relativamente frecuentes.

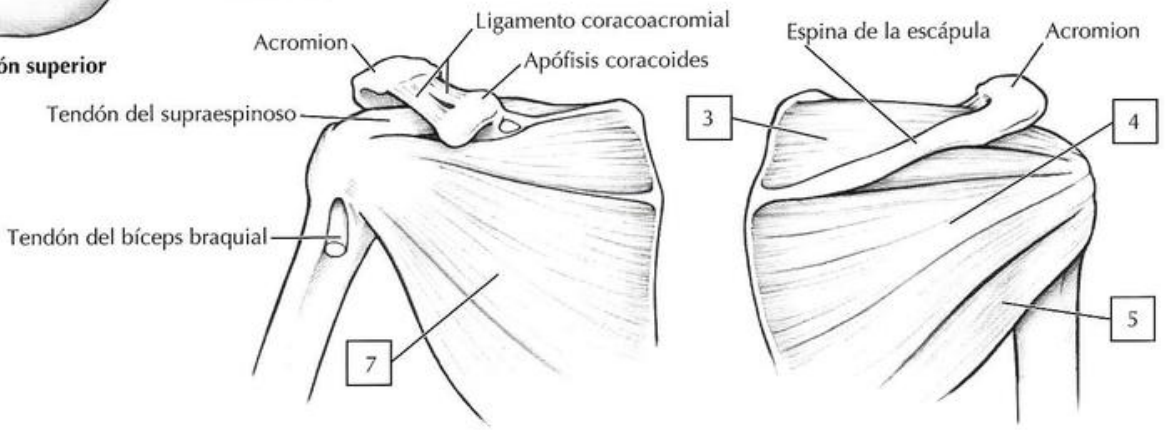


A. Visión posterior

B. Sección parasagital oblicua de la axila



C. Visión superior



D. Visión anterior

E. Visión posterior

3 Músculos anteriores del hombro

Los músculos anteriores del hombro tienen inserciones en la cintura escapular (escápula y clavícula) o el húmero y colaboran en los movimientos de la cintura escapular y el hombro. Estos músculos «cubren» el hombro (músculo deltoides) o se originan en la pared anterior o lateral del tórax y se resumen en la siguiente tabla.

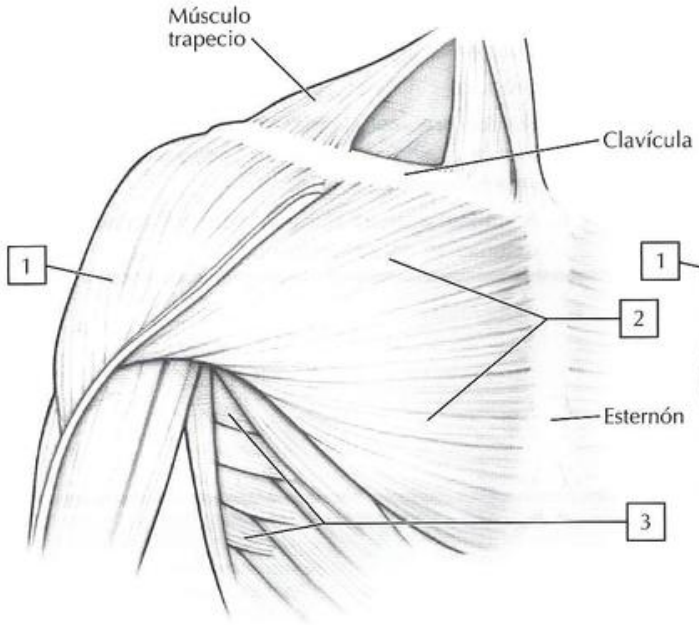
COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Deltoides**
- ☐ **2. Pectoral mayor**
- ☐ **3. Serrato anterior**
- ☐ **4. Subclavio**
- ☐ **5. Pectoral menor**

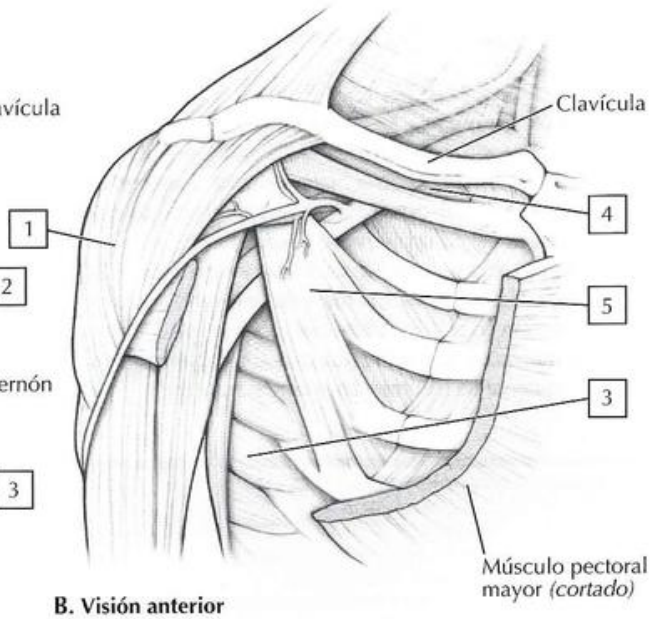
Los músculos anteriores y posteriores definen la región de la «axila», una área en forma de pirámide que contiene importantes estructuras vasculonerviosas que pasan a través de la región del hombro. Los seis límites de la axila incluyen:

- **Base:** fascia axilar y piel de la axila
- **Vértice:** limitado por la 1.ª costilla, la clavícula y la parte superior de la escápula; una vía de paso para estructuras que entran o salen del hombro y el brazo
- **Pared anterior:** músculos pectorales mayor y menor
- **Pared posterior:** músculos subescapular, redondo mayor y dorsal ancho
- **Pared medial:** parte superior de la caja torácica, músculos intercostales y serrato anterior
- **Pared lateral:** porción proximal del húmero (surco intertubercular)

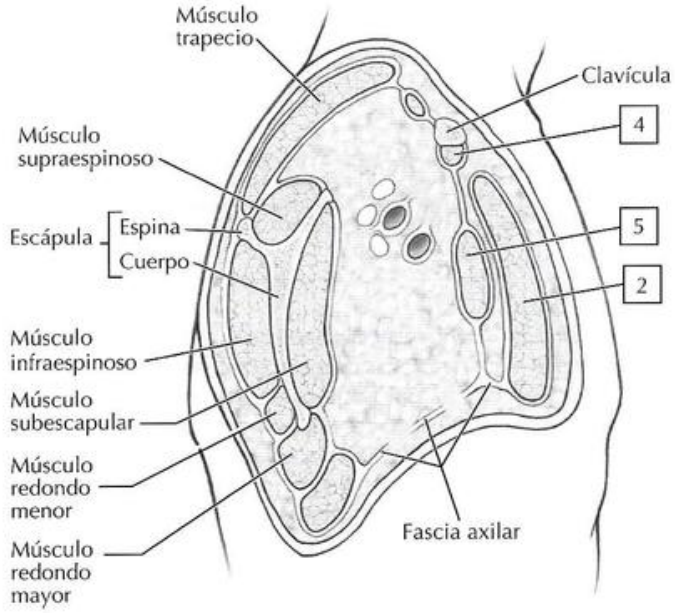
MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Pectoral mayor	Mitad medial de la clavícula; esternón; seis cartílagos costales superiores; aponeurosis del oblicuo externo del abdomen	Surco intertubercular del húmero	Nervios pectorales lateral (C5-C7) y medial (C8-T1)	Flexiona, aduce y rota medialmente el brazo a nivel del hombro
Pectoral menor	Costillas 3.ª a 5.ª	Apófisis coracoides de la escápula	Nervio pectoral medial (C8-T1)	Desciende la escápula y la estabiliza
Serrato anterior	Ocho costillas superiores	Borde medial de la escápula	Nervio torácico largo (C5-C7)	Rota la escápula inferiormente y la tracciona anteriormente contra la pared torácica
Subclavio	Unión de la 1.ª costilla y su cartílago costal	Cara inferior de la clavícula	Nervio del subclavio (C5-C6)	Desciende la clavícula
Deltoides	Tercio lateral de la clavícula, acromion y espina de la escápula	Tuberosidad deltoidea del húmero	Nervio axilar (C5-C6)	*Porción anterior:* flexiona y rota medialmente el brazo a nivel del hombro *Porción media:* abduce el brazo a nivel del hombro *Porción posterior:* extiende y rota lateralmente el brazo a nivel del hombro



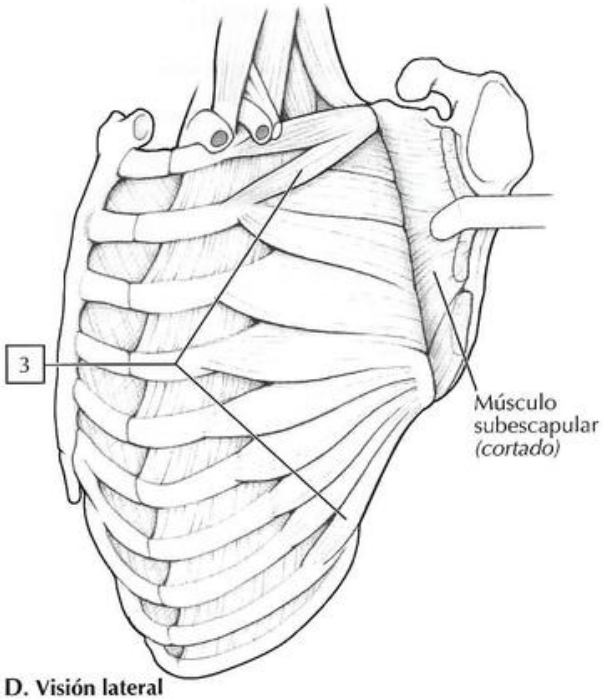
A. Visión anterior



B. Visión anterior



C. Sección parasagital oblicua de la axila



D. Visión lateral

3 Músculos del brazo

El brazo (región entre el hombro y el codo) está dividido por un tabique intermuscular de tejido conectivo en dos compartimentos:

- **Anterior:** contiene músculos que flexionan principalmente el codo y/o el hombro
- **Posterior:** contiene músculos que extienden principalmente el codo

Además, el bíceps braquial es un potente supinador del antebrazo flexionado; se utiliza cuando la mano gira atornillando un tornillo en una madera con la mano derecha o cuando la mano gira para desatornillar un tornillo, si se usa la mano izquierda. De los músculos del compartimento flexor situados en el brazo, el braquial es el más potente flexor del antebrazo a nivel del codo, no el bíceps braquial, aunque la mayoría de levantadores de pesas se centran en el bíceps braquial, porque es el más visible de los dos músculos. Los músculos de los compartimentos anterior y posterior se resumen en la siguiente tabla.

COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

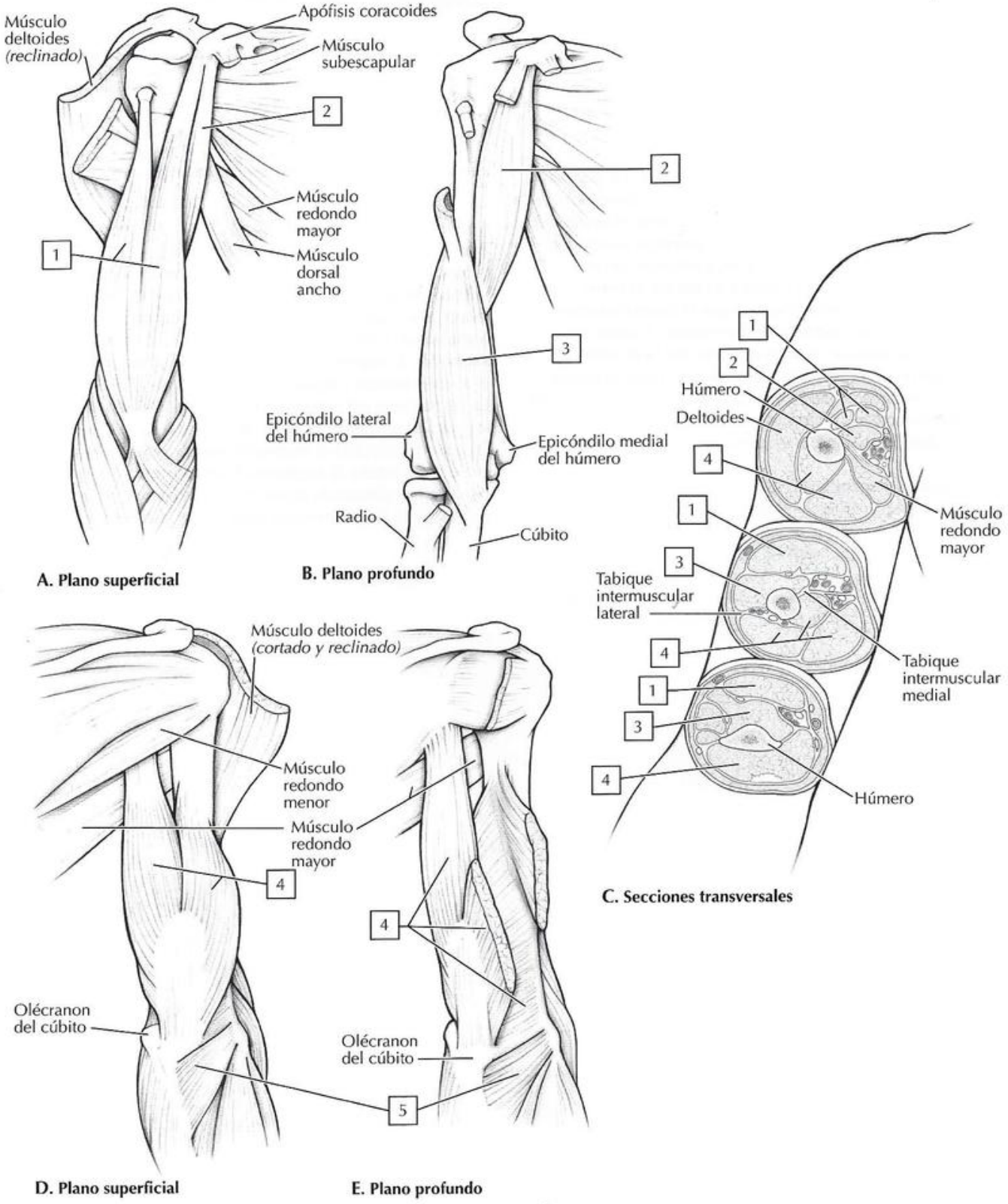
- ☐ **1. Bíceps braquial (tiene una cabeza larga y una corta)**
- ☐ **2. Coracobraquial**
- ☐ **3. Braquial**
- ☐ **4. Tríceps braquial: tiene tres componentes; su cabeza medial se sitúa profunda a las cabezas larga y lateral suprayacentes**
- ☐ **5. Ancóneo: a veces se agrupa con los músculos extensores del antebrazo**

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Bíceps braquial	*Cabeza corta:* punta de la apófisis coracoides de la escápula *Cabeza larga:* tubérculo supraglenoideo de la escápula	Tuberosidad del radio y fascia del antebrazo vía aponeurosis bicipital	Nervio musculocutáneo (C5, C6, C7)	Supina el antebrazo flexionado; flexiona el antebrazo a nivel del codo
Braquial	Mitad distal de la cara anterior del húmero	Apófisis coronoides y tuberosidad del cúbito	Nervio musculocutáneo (C5, C6, C7)	Flexiona el antebrazo a nivel del codo en todas las posiciones
Coracobraquial	Punta de la apófisis coracoides de la escápula	Tercio medio de la cara medial del húmero	Nervio musculocutáneo (C5, C6, C7)	Ayuda a la flexión y aduce el brazo a nivel del hombro
Tríceps braquial	*Cabeza larga:* tubérculo infraglenoideo de la escápula *Cabeza lateral:* cara posterior del húmero *Cabeza medial:* cara posterior del húmero, inferior al surco del nervio radial	Extremo proximal del olécranon del cúbito y fascia del antebrazo	Nervio radial (C6, C7, C8)	Extiende el antebrazo a nivel del codo; es el principal extensor del codo; estabiliza la cabeza del húmero abducido (cabeza larga)
Ancóneo	Epicóndilo lateral del húmero	Cara lateral del olécranon y parte superior de la cara posterior del cúbito	Nervio radial (C5, C6, C7)	Ayuda al tríceps braquial en la extensión del codo; abduce el cúbito durante la pronación

Nota clínica:

La **rotura** del bíceps braquial puede ocurrir en la parte proximal del tendón o, en raras ocasiones, en el vientre muscular.

El tendón del bíceps tiene la mayor tasa de rotura espontánea de cualquier tendón en el cuerpo. Se observa con mayor frecuencia en personas mayores de 40 años, en asociación con lesiones del manguito de los rotadores y con el levantamiento repetitivo (levantadores de pesas). La rotura del tendón de la porción larga del bíceps es la más frecuente.


Músculo deltoides (reclinado)
Apófisis coracoides
Músculo subescapular
2
Músculo redondo mayor
Músculo dorsal ancho
1
A. Plano superficial
2
3
Epicóndilo lateral del húmero
Epicóndilo medial del húmero
Radio
Cúbito
B. Plano profundo
1
2
Húmero
Deltoides
4
1
Músculo redondo mayor
3
Tabique intermuscular lateral
4
Tabique intermuscular medial
1
3
4
Húmero
C. Secciones transversales
Músculo deltoides (cortado y reclinado)
Músculo redondo menor
Músculo redondo mayor
4
Olécranon del cúbito
D. Plano superficial
4
Olécranon del cúbito
5
E. Plano profundo

3 Pronación y supinación de las articulaciones radiocubitales

Dos músculos pronan y otros dos supinan las articulaciones radiocubitales. El antebrazo en «posición anatómica», con la palma dirigida hacia delante, está **supinado** y el radio y el cúbito se sitúan uno al lado del otro en el antebrazo. La rotación de la palma medialmente de manera que queda orientada hacia atrás, o hacia el suelo si el codo está flexionado 90 grados, es la **pronación.**

Los **músculos pronadores** se sitúan en el antebrazo; uno es más superficial y se encuentra cerca del codo (pronador redondo) y el otro se localiza profundo a los otros músculos del antebrazo, distalmente, cerca del carpo (pronador cuadrado). La palabra *redondo* se refiere a «la tierra redonda» (en la pronación del antebrazo flexionado a 90 grados, la mano mira hacia el suelo o tierra), mientras que la palabra *cuadrado* se refiere a la forma cuadrangular del músculo. Cuando los pronadores se contraen, envuelven o tiran del radio sobre el cúbito estable, proximalmente mediante el músculo pronador redondo y distalmente mediante el pronador cuadrado. El cúbito se estabiliza mediante su articulación a nivel del codo con el extremo distal del húmero y se mueve muy poco.

Los **músculos supinadores** incluyen el bíceps braquial, que es un potente supinador con el codo flexionado, pero con el antebrazo recto, el supinador, un músculo del compartimento extensor del antebrazo, realiza la supinación. De las ilustraciones de la página contigua, observa que cuando el supinador se contrae, desenvuelve el radio cruzado y lo devuelve a la alineación con el cúbito colocado medialmente.

COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

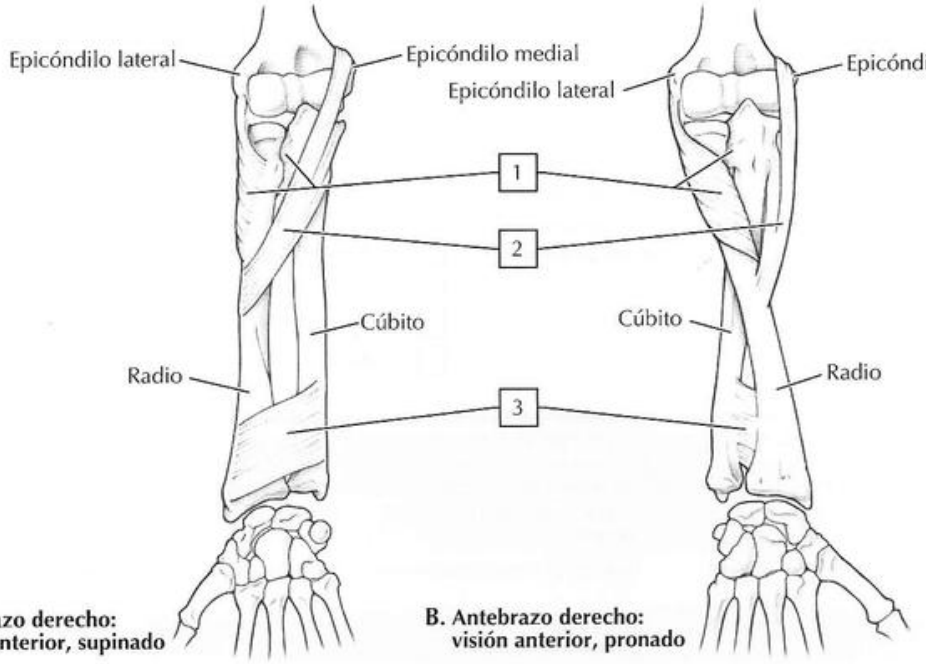
- ☐ **1. Supinador**
- ☐ **2. Pronador redondo**
- ☐ **3. Pronador cuadrado**
- ☐ **4. Bíceps braquial**

Nota clínica:

Cuando se **fractura el radio,** los músculos que se insertan en el hueso deforman la alineación normal del radio y el cúbito. Si la fractura del radio está por encima de la inserción del pronador redondo, el fragmento proximal estará flexionado y supinado por la acción y tracción de los músculos bíceps braquial y supinador. El fragmento distal estará pronado por los músculos pronador redondo y pronador cuadrado (parte *D*).

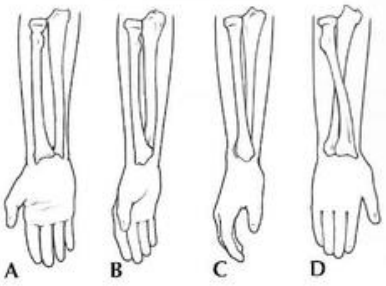
En las fracturas del radio medias o distales que son distales a la inserción del pronador redondo, el supinador y el pronador redondo mantendrán el fragmento óseo proximal del radio en posición neutra. El fragmento distal, sin embargo, estará pronado por el músculo pronador cuadrado, porque no tiene oposición de ningún músculo supinador (parte *E*).

Pronación y supinación de las articulaciones radiocubitales



A. Antebrazo derecho: visión anterior, supinado

B. Antebrazo derecho: visión anterior, pronado

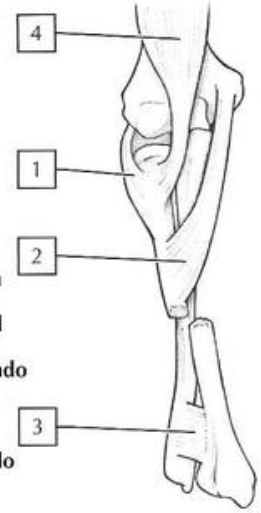


C. Biomecánica del antebrazo

La tuberosidad del radio se utiliza como indicador del grado de pronación o supinación del radio

A. En la supinación completa, la tuberosidad está dirigida hacia el cúbito
B. En una supinación de unos 40°, la tuberosidad se sitúa principalmente posterior
C. En posición neutra, la tuberosidad está dirigida posteriormente
D. En pronación completa, la tuberosidad está dirigida lateralmente

D. En las fracturas del radio por encima de la inserción del pronador redondo, el fragmento proximal es flexionado y supinado por los músculos bíceps braquial y supinador. El fragmento distal es pronado por los músculos pronador redondo y pronador cuadrado.



E. En las fracturas de la porción media o distal del radio que son distales a la inserción del músculo pronador redondo, los músculos pronador redondo y supinador mantienen el fragmento proximal en posición neutra. El fragmento distal es pronado por el músculo pronador cuadrado.

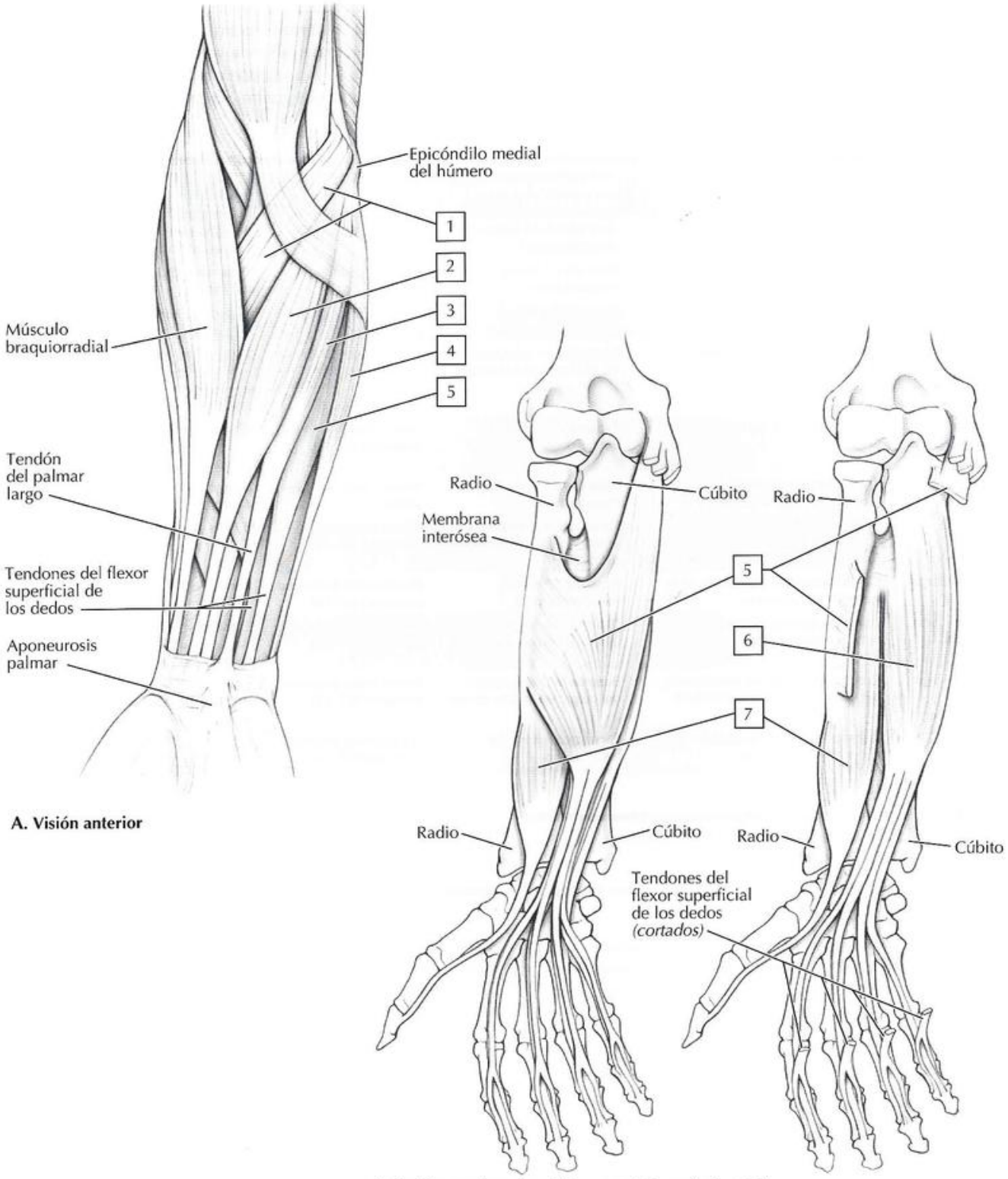
3 Músculos anteriores del antebrazo

El antebrazo está dividido en dos compartimentos musculares por un tabique intermuscular de tejido conectivo. El compartimento anterior contiene los músculos que principalmente flexionan el carpo y los dedos. En el compartimento anterior, una capa superficial de músculos se origina del epicóndilo medial del húmero, mientras que una capa profunda de músculos se origina de los huesos (radio y cúbito) del antebrazo o de la membrana interósea que conecta estos huesos. Si aprietas la mano fuertemente para hacer un puño y flexionas el carpo, notarás la contracción de estos músculos en la parte anterior del antebrazo. Estos músculos se resumen en la siguiente tabla.

COLOREA cada uno de los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Pronador redondo**
- ☐ **2. Flexor radial del carpo (también abduce el carpo)**
- ☐ **3. Palmar largo: ausente en el 10% de los individuos, este músculo es de poca importancia para nosotros, pero en los gatos es el músculo que les permite retraer las uñas**
- ☐ **4. Flexor cubital del carpo (también aduce el carpo)**
- ☐ **5. Flexor superficial de los dedos**
- ☐ **6. Flexor profundo de los dedos**
- ☐ **7. Flexor largo del pulgar**

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Pronador redondo	Epicóndilo medial del húmero y apófisis coronoides del cúbito	Porción media de la cara lateral del radio	Nervio mediano (C6-C7)	Prona el antebrazo y lo flexiona a nivel del codo
Flexor radial del carpo	Epicóndilo medial del húmero	Base del 2.° hueso metacarpiano	Nervio mediano (C6-C7)	Flexiona la mano a nivel del carpo y la abduce
Palmar largo	Epicóndilo medial del húmero	Mitad distal del retináculo flexor y aponeurosis palmar	Nervio mediano (C7-C8)	Flexiona la mano a nivel del carpo y tensa la aponeurosis palmar
Flexor cubital del carpo	*Cabeza humeral:* epicóndilo medial del húmero *Cabeza cubital:* olécranon y borde posterior del cúbito	Hueso pisiforme, gancho del hueso ganchoso y 5.° hueso metacarpiano	Nervio cubital (C7-C8 y T1)	Flexiona la mano a nivel del carpo y la aduce
Flexor superficial de los dedos	*Cabeza humerocubital:* epicóndilo medial del húmero, ligamento colateral cubital y apófisis coronoides del cúbito *Cabeza radial:* mitad superior de la cara anterior del radio	Cuerpos de las falanges medias de los cuatro dedos mediales en la cara palmar	Nervio mediano (C8-T1)	Flexiona las falanges medias de los cuatro dedos mediales; también flexiona débilmente las falanges proximales, el antebrazo a nivel del codo y la mano a nivel del carpo
Flexor profundo de los dedos	3/4 proximales de las caras medial y anterior del cúbito y membrana interósea	Cara palmar de las bases de las falanges distales de los cuatro dedos mediales	*Porción medial:* nervio cubital (C8-T1) *Porción lateral:* nervio mediano (C8-T1)	Flexiona las falanges distales de los cuatro dedos mediales; ayuda en la flexión de la mano a nivel del carpo
Flexor largo del pulgar	Cara anterior del radio y membrana interósea adyacente	Base de la falange distal del pulgar en la cara palmar	Nervio mediano (interóseo anterior) (C7-C8)	Flexiona las falanges del 1.er dedo (pulgar)
Pronador cuadrado	1/4 distal de la cara anterior del cúbito	1/4 distal de la cara anterior del radio	Nervio mediano (interóseo anterior) (C7-C8)	Prona el antebrazo y la mano



A. Visión anterior

B. Antebrazo derecho: visiones anteriores (palmares)

3 Músculos posteriores del antebrazo

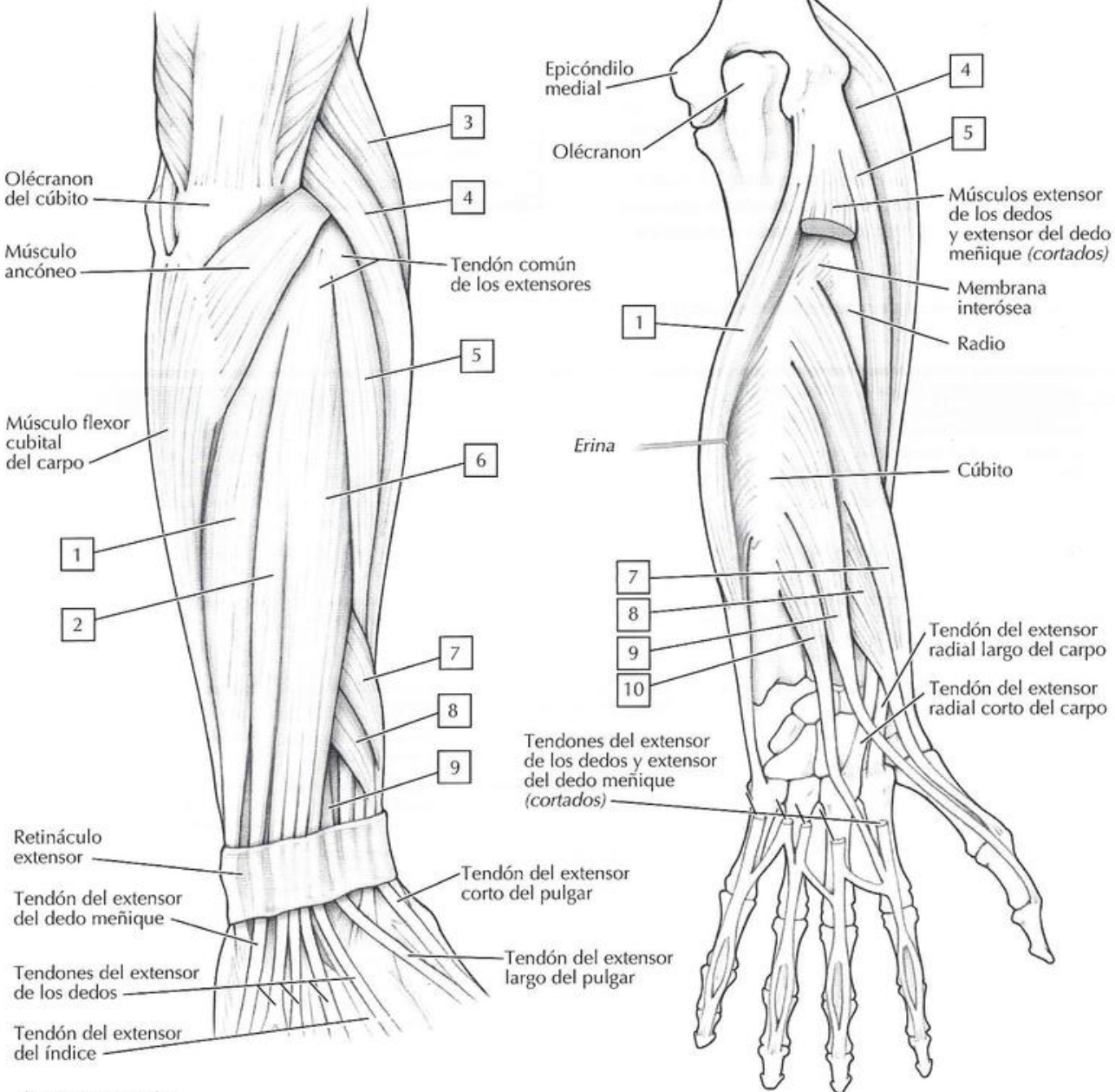
El antebrazo está dividido en dos compartimentos musculares por un tabique intermuscular de tejido conectivo.
El compartimento posterior contiene músculos que extienden principalmente el carpo y los dedos. En el compartimento posterior, una capa superficial de músculos se origina en gran parte en el epicóndilo lateral del húmero, mientras que una capa profunda de músculos se origina en los huesos del antebrazo (radio y cúbito) o en la membrana interósea que conecta estos huesos. Si hiperextiendes los dedos y el carpo y pronas el antebrazo, notarás la contracción de estos músculos en la parte posterior del antebrazo. Extendiendo el carpo cuando se sujeta un objeto añadimos fuerza adicional a nuestro agarre (fuerza de agarre). Estos músculos se resumen en la siguiente tabla.

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Braquiorradial	2/3 proximales de la cresta supracondílea lateral del húmero	Cara lateral del extremo distal del radio	Nervio radial (C5-C6)	Flexiona el antebrazo semipronado a nivel del codo
Extensor radial largo del carpo	Cresta supracondílea lateral del húmero	Base del 2.º hueso metacarpiano	Nervio radial (C6-C7)	Extiende y abduce la mano a nivel del carpo
Extensor radial corto del carpo	Epicóndilo lateral del húmero	Base del 3.er hueso metacarpiano	Nervio radial (ramo profundo) (C7-C8)	Extiende y abduce la mano a nivel del carpo
Extensor de los dedos	Epicóndilo lateral del húmero	Expansiones extensoras de los cuatro dedos mediales	Nervio radial (interóseo posterior) (C7-C8)	Extiende los cuatro dedos mediales a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas; extiende la mano a nivel del carpo
Extensor del dedo meñique	Epicóndilo lateral del húmero	Expansión extensora del 5.º dedo	Nervio radial (interóseo posterior) (C7-C8)	Extiende el 5.º dedo a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas
Extensor cubital del carpo	Epicóndilo lateral del húmero y borde posterior del cúbito	Base del 5.º hueso metacarpiano	Nervio radial (interóseo posterior) (C7-C8)	Extiende y aduce la mano a nivel del carpo
Supinador	Epicóndilo lateral del húmero, ligamentos colateral radial y anular, fosa del supinador y cresta del cúbito	Caras lateral, posterior y anterior del tercio proximal del radio	Nervio radial (ramo profundo) (C6-C7)	Supina el antebrazo
Abductor largo del pulgar	Caras posteriores del cúbito, radio y membrana interósea	Base del 1.er hueso metacarpiano	Nervio radial (interóseo posterior) (C7-C8)	Abduce el pulgar y lo extiende a nivel de la articulación carpometacarpiana
Extensor corto del pulgar	Caras posteriores del radio y membrana interósea	Base de la falange proximal del pulgar en la cara dorsal	Nervio radial (interóseo posterior) (C7-C8)	Extiende la falange proximal del pulgar a nivel de la articulación carpometacarpiana
Extensor largo del pulgar	Caras posteriores del tercio medio del cúbito y membrana interósea	Base de la falange distal del pulgar en la cara dorsal	Nervio radial (interóseo posterior) (C7-C8)	Extiende la falange distal del pulgar a nivel de las articulaciones metacarpofalángica e interfalángica
Extensor del índice	Caras posteriores del cúbito y membrana interósea	Expansión extensora del 2.º dedo	Nervio radial (interóseo posterior) (C7-C8)	Extiende el 2.º dedo y ayuda a extender la mano a nivel del carpo

COLOREA cada uno de los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Extensor cubital del carpo (también aduce el carpo)**
- ☐ **2. Extensor del dedo meñique**
- ☐ **3. Braquiorradial: agrupado con los músculos posteriores del antebrazo debido a su inervación, en realidad flexiona el antebrazo a nivel del codo**
- ☐ **4. Extensor radial largo del carpo (también abduce el carpo; importante en la fuerza de agarre)**
- ☐ **5. Extensor radial corto del carpo (también abduce el carpo; importante en la fuerza de agarre)**
- ☐ **6. Extensor de los dedos**
- ☐ **7. Abductor largo del pulgar**
- ☐ **8. Extensor corto del pulgar**
- ☐ **9. Extensor largo del pulgar**
- ☐ **10. Extensor del índice**

Nota clínica:
El **«codo de tenista»** es un proceso que los médicos denominan epicondilitis lateral, que en sí mismo es un diagnóstico un tanto engañoso porque el problema realmente implica una tendinosis del extensor radial corto del carpo (probablemente el extensor del carpo más importante), que se origina justo proximal a este epicóndilo. Por otra parte, la mayoría de los enfermos no son jugadores de tenis. El dolor en el codo experimentado en el codo de tenista se produce justo distal y posterior al epicóndilo lateral y se agrava durante la extensión del carpo, en especial contra resistencia. El dolor puede deberse al músculo, al nervio que lo inerva y/o a algo en el interior de la propia articulación del codo.



A. Visión posterior

B. Antebrazo derecho: visión posterior (dorsal)

3 Músculos intrínsecos de la mano

Los músculos intrínsecos de la mano mueven los dedos, complementando a los músculos flexores y extensores largos del antebrazo que también mueven los dedos. Dos grupos de músculos se encuentran más superficiales:

- **Eminencia tenar:** un cono de tres músculos tenares en la base del pulgar
- **Eminencia hipotenar:** un cono de tres músculos hipotenares en la base del dedo meñique

Los músculos intrínsecos más profundos incluyen:

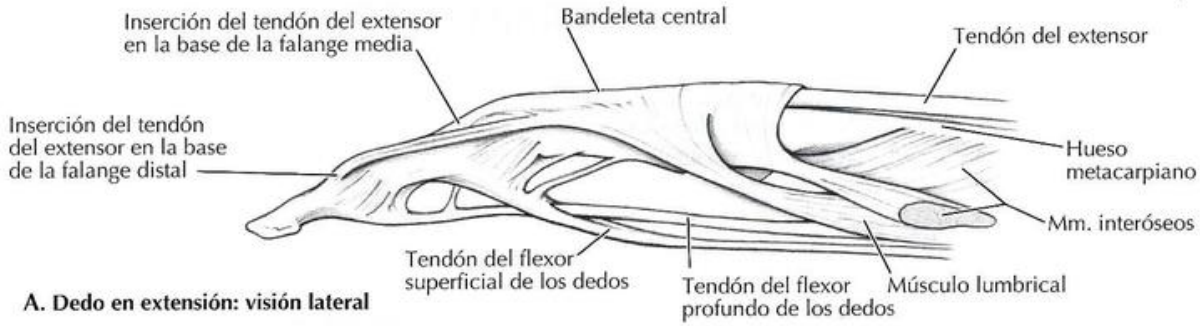
- **Aductor del pulgar:** profundo en la palma, aduce el pulgar
- **Lumbricales:** cuatro pequeños músculos que se insertan en los tendones del flexor profundo de los dedos
- **Interóseos:** tres músculos interóseos palmares y cuatro dorsales entre los metacarpianos; los interóseos palmares aducen los dedos y los interóseos dorsales abducen los dedos

COLOREA cada uno de los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

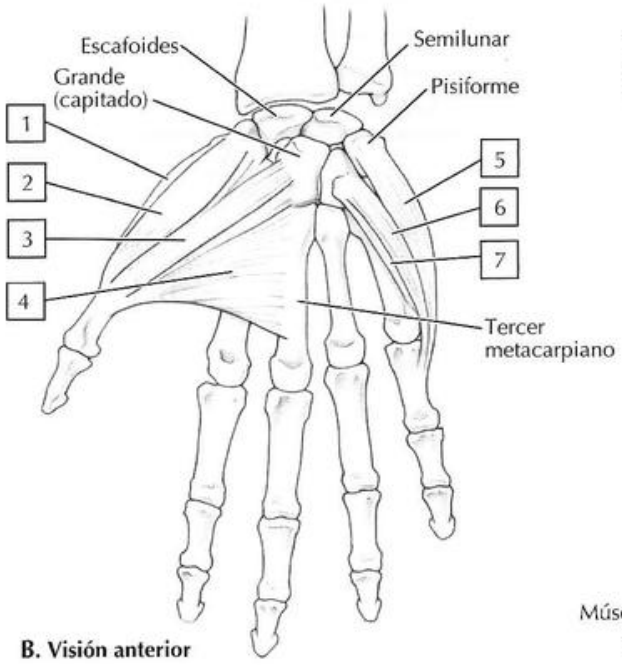
- ☐ **1. Oponente del pulgar (músculo tenar)**
- ☐ **2. Abductor corto del pulgar (músculo tenar)**
- ☐ **3. Flexor corto del pulgar (músculo tenar)**
- ☐ **4. Aductor del pulgar**
- ☐ **5. Abductor del dedo meñique (músculo hipotenar)**
- ☐ **6. Flexor corto del dedo meñique (músculo hipotenar)**
- ☐ **7. Oponente del dedo meñique (músculo hipotenar)**
- ☐ **8. Interóseos dorsales**
- ☐ **9. Interóseos palmares**

Estos músculos intrínsecos se resumen en la siguiente tabla.

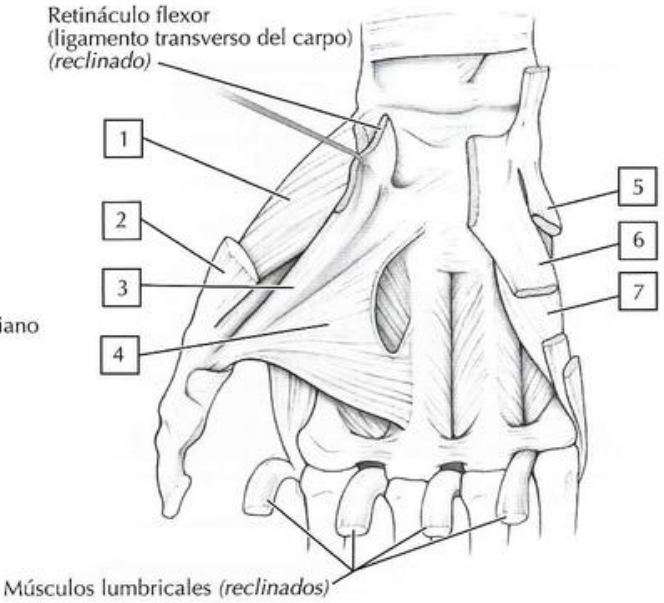
MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Abductor corto del pulgar	Retináculo flexor y tubérculos de escafoides y trapecio	Lado lateral de la base de la falange proximal del pulgar	Nervio mediano (ramo recurrente) (C8-T1)	Abduce el pulgar a nivel de la articulación metacarpofalángica
Flexor corto del pulgar	Retináculo flexor y tubérculo del trapecio	Lado lateral de la base de la falange proximal del pulgar	Nervio mediano (ramo recurrente) (C8-T1)	Flexiona la falange proximal del pulgar
Oponente del pulgar	Retináculo flexor y tubérculo del trapecio	Lado lateral del 1.er hueso metacarpiano	Nervio mediano (ramo recurrente) (C8-T1)	Opone el pulgar hacia el centro de la palma y lo rota medialmente
Aductor del pulgar	*Cabeza oblicua:* bases de los huesos metacarpianos 2.° y 3.° y hueso grande *Cabeza transversa:* cara anterior del cuerpo del 3.er hueso metacarpiano	Lado medial de la base de la falange proximal del pulgar	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Aduce el pulgar hacia el dedo medio
Abductor del dedo meñique	Pisiforme y tendón del flexor cubital del carpo	Lado medial de la base de la falange proximal del 5.° dedo	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Abduce el 5.° dedo
Flexor corto del dedo meñique	Gancho del ganchoso y retináculo flexor	Lado medial de la base de la falange proximal del 5.° dedo	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Flexiona la falange proximal del 5.° dedo
Oponente del dedo meñique	Gancho del ganchoso y retináculo flexor	Cara palmar del 5.° hueso metacarpiano	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Tira del 5.° hueso metacarpiano anteriormente y lo rota, llevando al 5.° dedo a oposición con el pulgar
Lumbricales 1 y 2	Dos tendones laterales del flexor profundo de los dedos	Lados laterales de las expansiones extensoras de los dedos 2.° a 3.°	Nervio mediano (C8-T1)	Flexionan los dedos a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas y extienden las articulaciones interfalángicas
Lumbricales 3 y 4	Tres tendones mediales del flexor profundo de los dedos	Lados laterales de las expansiones extensoras de los dedos 4.° a 5.°	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Flexionan los dedos a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas y extienden las articulaciones interfalángicas
Interóseos dorsales	Lados adyacentes de dos huesos metacarpianos	Expansiones extensoras y bases de las falanges proximales de los dedos 2.° a 4.°	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Abducen los dedos; flexionan los dedos a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas y extienden las articulaciones interfalángicas
Interóseos palmares	Lados de los huesos metacarpianos 2.°, 4.° y 5.°	Expansiones extensoras de los dedos y bases de las falanges proximales de los dedos 2.°, 4.° y 5.°	Nervio cubital (ramo profundo) (C8-T1)	Aducen los dedos; flexionan los dedos a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas y extienden las articulaciones interfalángicas



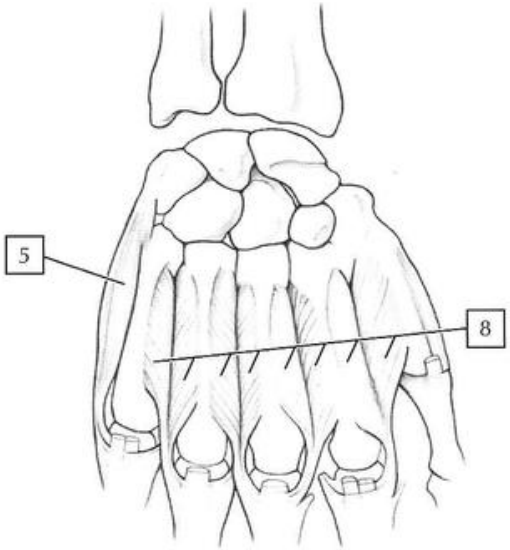
A. Dedo en extensión: visión lateral



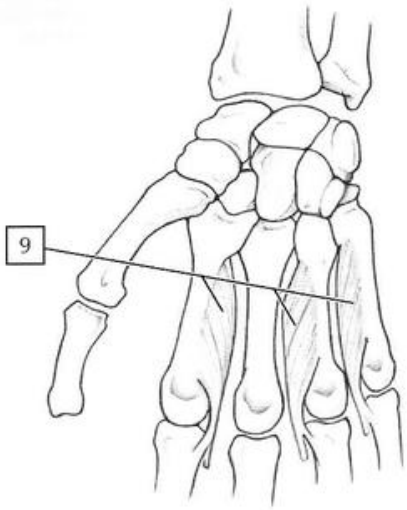
B. Visión anterior



C. Visión anterior (palmar)



D. Visión posterior (dorsal)



E. Visión anterior (palmar)

3 Resumen de los músculos del miembro superior

La mejor manera para aprender la acción de los músculos es saber en qué **compartimento** (anterior o posterior) están y luego conocer la acción principal de los músculos en ese compartimento. Pocos músculos actúan de forma aislada; más a menudo, actúan como un grupo. En general, los músculos de la parte superior del dorso y de la pared anterior del tórax actúan principalmente sobre el hombro, los músculos del brazo actúan principalmente sobre el codo (con algún movimiento del hombro) y los músculos del antebrazo actúan principalmente sobre el carpo y los dedos. La siguiente tabla resume algunos de los principales músculos que actúan sobre las articulaciones del miembro superior (esta tabla no es exhaustiva, pero pone de relieve los principales músculos*).

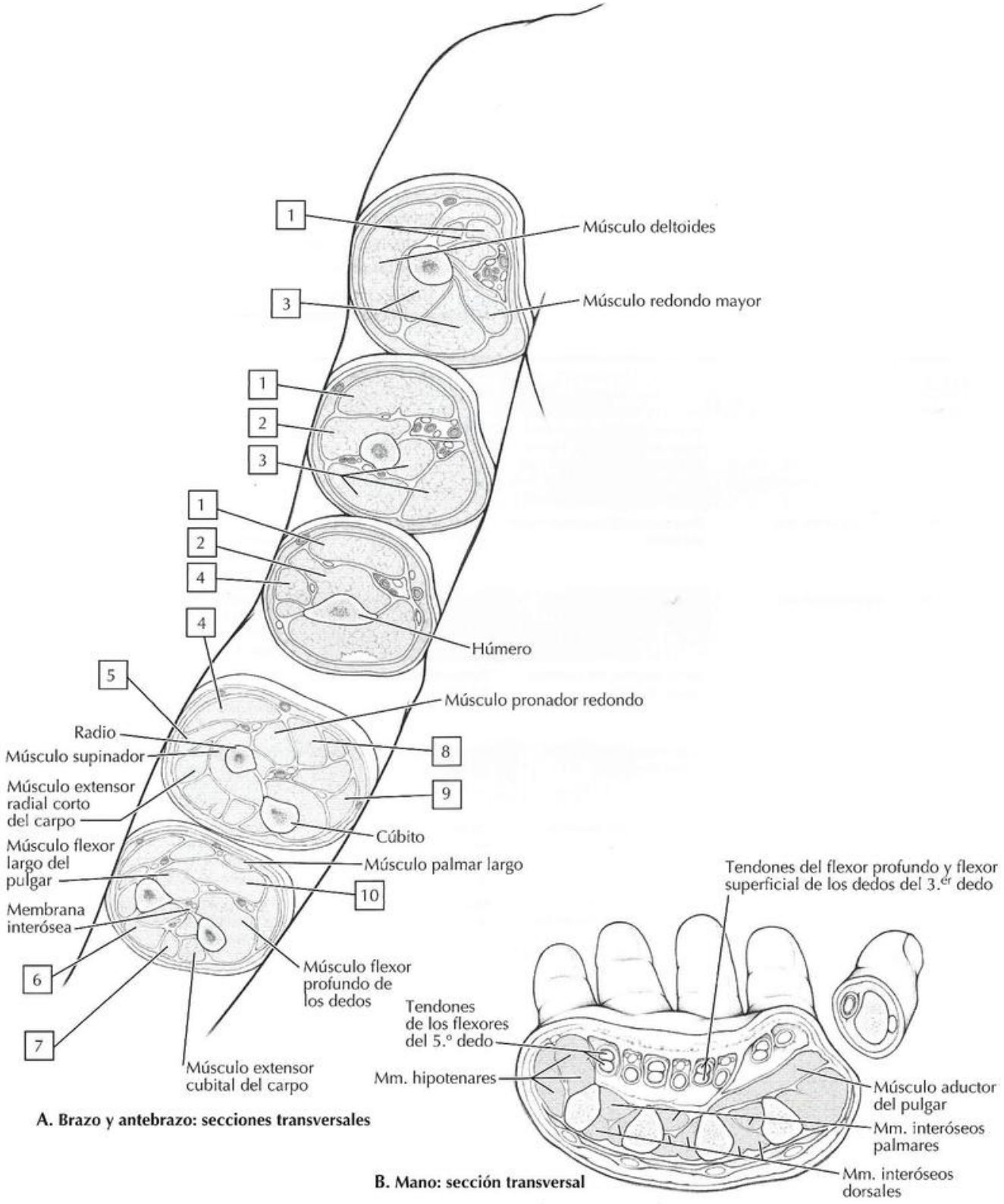
ESCÁPULA	HOMBRO
Elevación: elevador de la escápula, trapecio **Descenso:** pectoral menor **Protrusión:** serrato anterior **Descenso de la cavidad glenoidea:** romboides **Elevación de la cavidad glenoidea:** serrato anterior, trapecio **Retracción:** romboides, trapecio	**Flexión:** pectoral mayor, coracobraquial **Extensión:** dorsal ancho, redondo mayor **Abducción:** deltoides, supraespinoso **Aducción:** pectoral mayor, dorsal ancho **Rotación medial:** subescapular, redondo mayor, pectoral mayor, dorsal ancho **Rotación lateral:** infraespinoso, redondo menor
CODO	**RADIOCUBITAL**
Flexión: braquial, bíceps braquial **Extensión:** tríceps braquial, ancóneo	**Pronación:** pronadores (redondo y cuadrado) **Supinación:** supinador, bíceps braquial
CARPO	**METACARPOFALÁNGICAS**
Flexión: flexor radial del carpo, flexor cubital del carpo **Extensión:** todos los músculos extensores del carpo **Abducción:** flexor radial del carpo y extensores radiales del carpo **Aducción:** flexor cubital del carpo y extensor cubital del carpo **Circunducción:** combinación de todos los movimientos	**Flexión:** interóseos y lumbricales **Extensión:** extensor de los dedos **Abducción:** interóseos dorsales **Aducción:** interóseos palmares **Circunducción:** combinación de todos los movimientos
INTERFALÁNGICAS PROXIMALES	**INTERFALÁNGICAS DISTALES**
Flexión: flexor superficial de los dedos **Extensión:** interóseos y lumbricales	**Flexión:** flexor profundo de los dedos **Extensión:** interóseos y lumbricales

*Las acciones secundarias o accesorias de los músculos se detallan en las tablas de músculos.

COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Bíceps braquial**
- ☐ **2. Braquial**
- ☐ **3. Tríceps braquial**
- ☐ **4. Braquiorradial**
- ☐ **5. Extensor radial largo del carpo**
- ☐ **6. Extensor de los dedos**
- ☐ **7. Extensor del dedo meñique**
- ☐ **8. Flexor radial del carpo**
- ☐ **9. Flexor cubital del carpo**
- ☐ **10. Flexor superficial de los dedos**

Resumen de los músculos del miembro superior 3



A. Brazo y antebrazo: secciones transversales

B. Mano: sección transversal

3 Músculos glúteos

Los músculos glúteos (músculos de la nalga) extienden, abducen y rotan lateralmente el fémur (hueso del muslo) a nivel de la articulación de la cadera. El glúteo mayor es el músculo más potente, en fuerza total, en el cuerpo y es especialmente importante en extensión, donde se utiliza para levantarse de una posición sentada o al subir escaleras. Otros músculos glúteos se sitúan profundos al glúteo mayor y se resumen en la siguiente tabla.

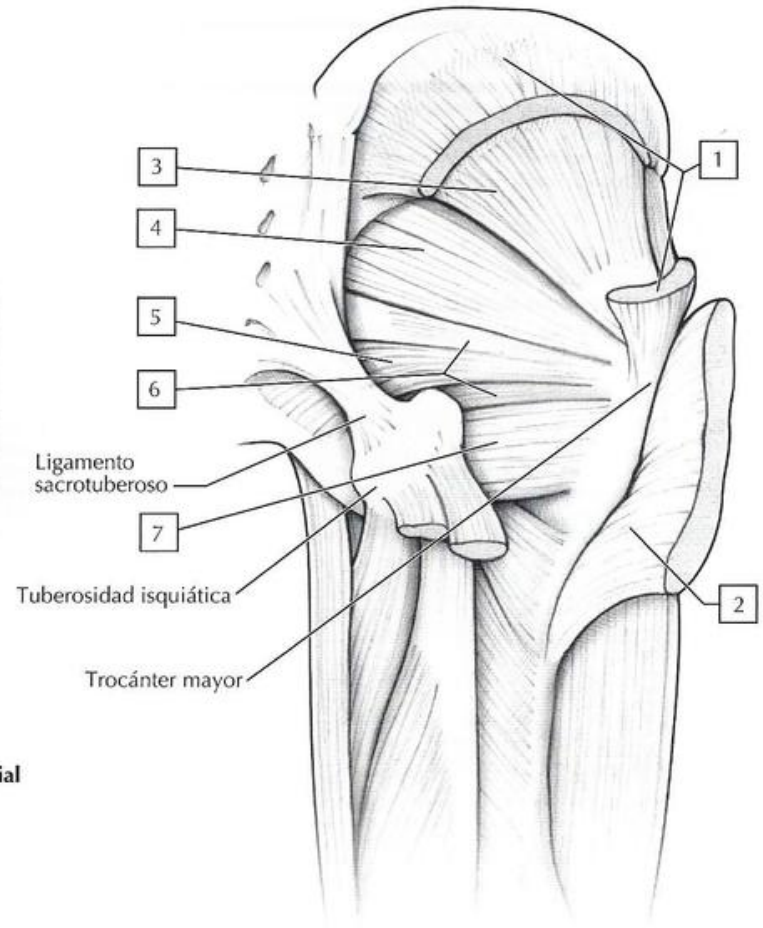
COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Glúteo medio**
- ☐ **2. Glúteo mayor**
- ☐ **3. Glúteo menor**
- ☐ **4. Piriforme: sale del interior de la pared pélvica desde la cara anterior del sacro y ligamento sacrotuberoso**
- ☐ **5. Obturador interno: también sale del interior de la cavidad pélvica**
- ☐ **6. Gemelos: superior e inferior; separados por el tendón del obturador interno**
- ☐ **7. Cuadrado femoral**

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Glúteo mayor	Ilion, posterior a la línea glútea posterior, caras dorsales del sacro y cóccix y ligamento sacrotuberoso	Muchas fibras terminan en el tracto iliotibial que se inserta en el cóndilo lateral de la tibia; algunas fibras se insertan en la tuberosidad glútea del fémur	Nervio glúteo inferior (L5-S2)	Extiende el muslo flexionado a nivel de la cadera y contribuye a su rotación lateral; abduce el muslo y ayuda a levantar el tronco desde la posición de flexión
Glúteo medio	Cara lateral del ilion	Cara lateral del trocánter mayor del fémur	Nervio glúteo superior (L4-L5 y S1)	Abduce y rota medialmente el muslo a nivel de la cadera; estabiliza la pelvis sobre el miembro en apoyo cuando se levanta el miembro opuesto
Glúteo menor	Cara lateral del ilion	Cara anterior del trocánter mayor del fémur	Nervio glúteo superior (L4-L5 y S1)	Abduce y rota medialmente el muslo a nivel de la cadera; estabiliza la pelvis sobre el miembro en apoyo cuando se levanta el miembro opuesto
Piriforme	Cara anterior del sacro y ligamento sacrotuberoso	Borde superior del trocánter mayor del fémur	Ramos de ramos anteriores (L5-S2)	Rota lateralmente el muslo extendido a nivel de la cadera y abduce el muslo flexionado a nivel de la cadera; estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo
Obturador interno	Cara pélvica de la membrana obturatriz y huesos que la rodean	Cara medial del trocánter mayor del fémur	Nervio del obturador interno (L5-S1)	Rota lateralmente el muslo extendido a nivel de la cadera y abduce el muslo flexionado a nivel de la cadera; estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo
Gemelos superior e inferior	*Superior:* espina ciática *Inferior:* tuberosidad isquiática	Cara medial del trocánter mayor del fémur	*Gemelo superior:* mismo nervio que el obturador interno *Gemelo inferior:* mismo nervio que el cuadrado femoral	Rotan lateralmente el muslo extendido a nivel de la cadera y abducen el muslo flexionado a nivel de la cadera; estabilizan la cabeza del fémur en el acetábulo
Cuadrado femoral	Borde lateral de la tuberosidad isquiática	Tubérculo cuadrado en la cresta intertrocantérea del fémur	Nervio del cuadrado femoral (L5-S1)	Rota lateralmente el muslo a nivel de la cadera; estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo

Nota clínica:
La debilidad o parálisis de los músculos glúteo medio y menor puede conducir a una pelvis inestable, debido a que estos músculos estabilizan la pelvis al caminar, abduciendo y manteniendo el nivel de la pelvis cuando el pie contrario se separa del suelo y en su fase de oscilación. Si están debilitados, la pelvis se vuelve inestable durante la marcha y se inclina hacia el lado no afectado.

A. Visión posterior, disección superficial



B. Visión posterior, disección más profunda

3 Músculos posteriores del muslo

El muslo está dividido en tres compartimentos musculares mediante tabiques intermusculares de tejido conectivo. Los músculos del compartimento posterior extienden principalmente la cadera y flexionan la rodilla. Tres de los cuatro músculos de este compartimento comprenden los isquiotibiales.

COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

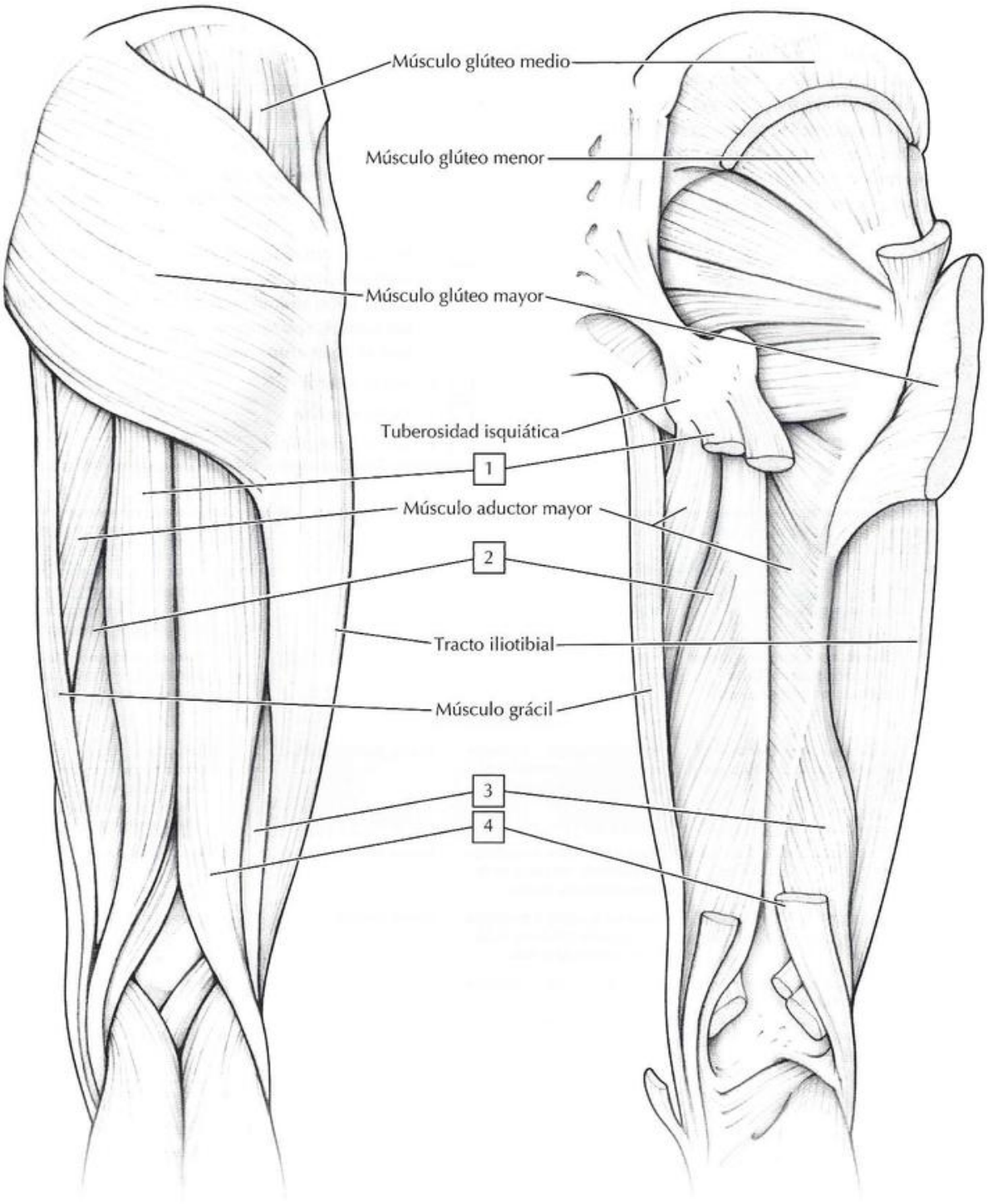
- ☐ **1. Semitendinoso**
- ☐ **2. Semimembranoso**
- ☐ **3. Bíceps femoral, cabeza corta (no es un músculo isquiotibial)**
- ☐ **4. Bíceps femoral, cabeza larga**

Estos músculos se originan en la tuberosidad isquiática y extienden la cadera y flexionan la rodilla. La cabeza corta del bíceps femoral no es un músculo isquiotibial y flexiona principalmente la rodilla. Estos músculos se resumen en la siguiente tabla.

Nota clínica:
Los **isquiotibiales** cruzan dos articulaciones, extendiendo la cadera y flexionando la rodilla. Por tanto, es importante calentar estos músculos antes del ejercicio riguroso mediante el estiramiento de los músculos, consiguiendo un flujo sanguíneo adecuado en el tejido muscular y la activación de los grupos de fibras musculares.

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Semitendinoso	Tuberosidad isquiática	Cara medial de la porción superior de la tibia	División tibial del nervio ciático (L5-S2)	Extiende el muslo a nivel de la cadera; flexiona la pierna a nivel de la rodilla y la rota medialmente; con la cadera y rodilla flexionadas, extiende el tronco
Semimembranoso	Tuberosidad isquiática	Porción posterior del cóndilo medial de la tibia	División tibial del nervio ciático (L5-S2)	Extiende el muslo a nivel de la cadera; flexiona la pierna a nivel de la rodilla y la rota medialmente; con la cadera y rodilla flexionadas, extiende el tronco
Bíceps femoral	*Cabeza larga:* tuberosidad isquiática *Cabeza corta:* línea áspera y línea supracondílea lateral del fémur	Lado lateral de la cabeza del peroné; aquí, el tendón está dividido por el ligamento colateral peroneo de la rodilla	*Cabeza larga:* división tibial del nervio ciático (L5-S2) *Cabeza corta:* división del peroneo común del nervio ciático (L5-S2)	Flexiona la pierna a nivel de la rodilla y la rota lateralmente; extiende el muslo a nivel de la cadera (p. ej., al empezar a andar) (sólo la cabeza larga)

Músculos posteriores del muslo



A. Visión posterior, disección superficial

B. Visión posterior, disección más profunda

3 Músculos anteriores del muslo

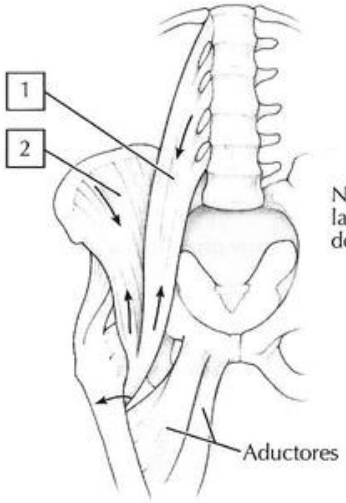
El muslo está dividido en tres compartimentos musculares mediante tabiques intermusculares de tejido conectivo. Los músculos del compartimento anterior extienden principalmente la rodilla, aunque algunos músculos cruzan la cadera y la rodilla y actúan en ambas articulaciones. Además, dos músculos de la pared posterior del abdomen, el psoas mayor y el ilíaco (iliopsoas), pasan hacia la parte superior del muslo y son los flexores más potentes de la articulación de la cadera (v. lámina 3-14). Los músculos anteriores del muslo se resumen en la siguiente tabla.

COLOREA cada uno de los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

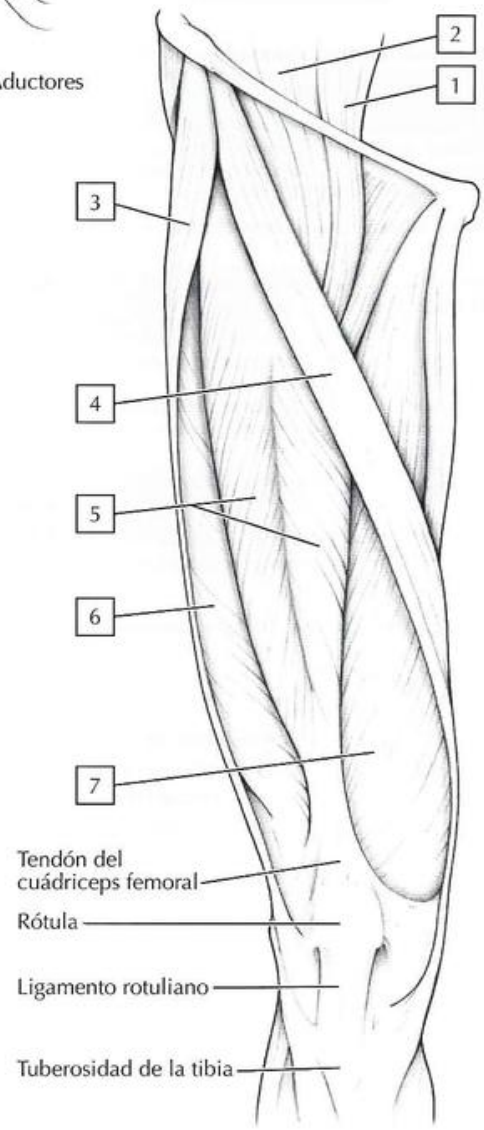
- ☐ **1. Psoas mayor**
- ☐ **2. Ilíaco: psoas mayor e ilíaco se fusionan para formar el músculo iliopsoas**
- ☐ **3. Tensor de la fascia lata**
- ☐ **4. Sartorio: «sartorio» se refiere a sastre, que cruza la pierna para coser, flexionando la cadera y la rodilla; ésta es la acción del sartorio**
- ☐ **5. Recto femoral: los músculos 5-8 en esta lista comprenden el grupo del cuádriceps femoral; todos ellos se fusionan para formar el tendón del cuádriceps femoral, que se continúa con el ligamento rotuliano**
- ☐ **6. Vasto lateral**
- ☐ **7. Vasto medial**
- ☐ **8. Vasto intermedio**

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Tensor de la fascia lata	Espina ilíaca anterior superior y cresta ilíaca	Tracto iliotibial que se inserta en el cóndilo lateral de la tibia	Nervio glúteo superior (L4-S1)	Abduce, rota medialmente y flexiona el muslo a nivel de la cadera; ayuda a mantener la rodilla extendida
Sartorio	Espina ilíaca anterior superior y porción superior de la escotadura inferior a ésta	Porción superior de la cara medial de la tibia	Nervio femoral (L2-L3)	Flexiona, abduce y rota lateralmente el muslo a nivel de la cadera; flexiona la articulación de la rodilla
		Cuádriceps femoral		
Recto femoral	Espina ilíaca anterior inferior e ilion superior al acetábulo	Base de la rótula y mediante el ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia	Nervio femoral (L2-L4)	Extiende la pierna a nivel de la articulación de la rodilla; también estabiliza la articulación de la cadera y ayuda al iliopsoas a flexionar el muslo a nivel de la cadera
Vasto lateral	Trocánter mayor y labio lateral de la línea áspera del fémur	Base de la rótula y mediante el ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia	Nervio femoral (L2-L4)	Extiende la pierna a nivel de la rodilla
Vasto medial	Línea intertrocantérea y labio medial de la línea áspera del fémur	Base de la rótula y mediante el ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia	Nervio femoral (L2-L4)	Extiende la pierna a nivel de la rodilla
Vasto intermedio	Caras anterior y lateral del cuerpo del fémur	Base de la rótula y mediante el ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia	Nervio femoral (L2-L4)	Extiende la pierna a nivel de la rodilla

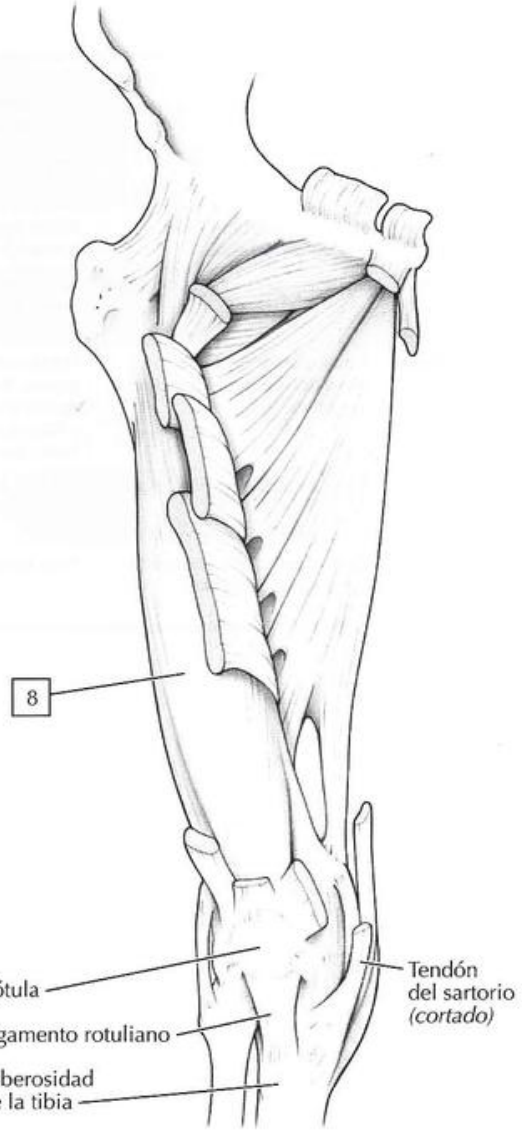
Nota clínica:
Al percutir el **ligamento rotuliano** con un martillo de reflejos se produce el reflejo rotuliano, que hace que la rodilla flexionada se sacuda hacia arriba en extensión. Esta maniobra sirve para comprobar la integridad del músculo y su inervación por el nervio femoral.



A. Músculo iliopsoas



B. Visión anterior



C. Visión anterior, disección profunda

3 Músculos mediales del muslo

El muslo está dividido en tres compartimentos musculares mediante tabiques intermusculares de tejido conectivo. Los músculos del compartimento medial aducen principalmente el miembro inferior a nivel de la cadera. Varios músculos cruzan las articulaciones de la cadera y la rodilla y actúan en ambas articulaciones. Estos músculos se resumen en la siguiente tabla.

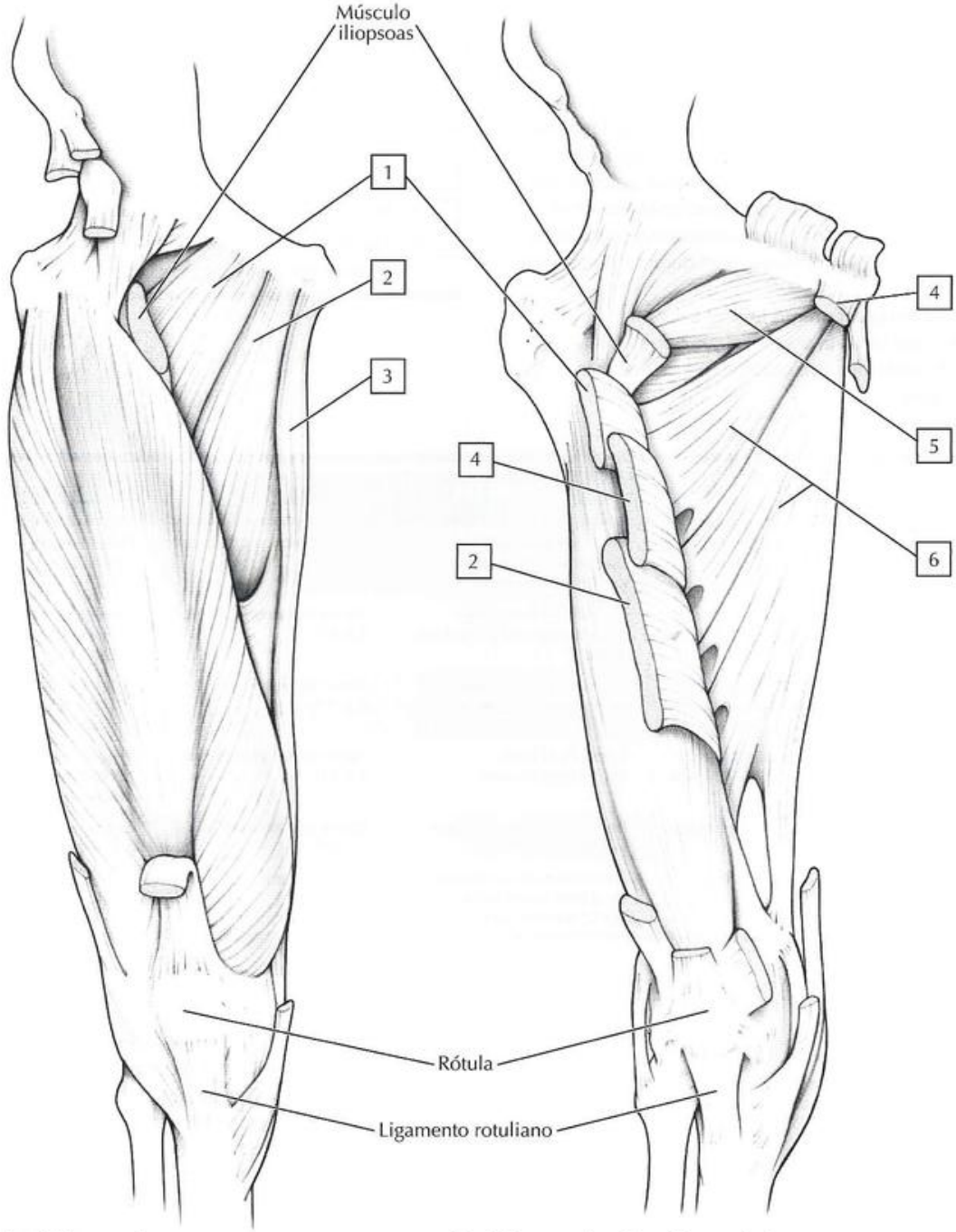
COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Pectíneo**
- ☐ **2. Aductor largo**
- ☐ **3. Grácil**
- ☐ **4. Aductor corto: se sitúa profundo al aductor largo (cortado en la ilustración)**
- ☐ **5. Obturador externo: se sitúa muy profundo en el muslo**
- ☐ **6. Aductor mayor: el más potente de los aductores de la cadera**

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Pectíneo	Rama superior del pubis	Línea pectínea del fémur, justo inferior al trocánter menor	Nervio femoral; puede recibir un ramo del nervio obturador (L2-L4)	Aduce y flexiona el muslo a nivel de la cadera; contribuye a la rotación medial del muslo
Aductor largo	Cuerpo del pubis inferior a la cresta del pubis	Tercio medio de la línea áspera del fémur	Nervio obturador (L2-L4)	Aduce y rota medialmente el muslo a nivel de la cadera
Aductor corto	Cuerpo y rama inferior del pubis	Línea pectínea y porción proximal de la línea áspera del fémur	Nervio obturador (L2-L4)	Aduce el muslo a nivel de la cadera y, a veces, lo extiende o flexiona
Aductor mayor	Rama inferior del pubis, rama del isquion y tuberosidad isquiática	Tuberosidad glútea, línea áspera, línea supracondílea medial (porción aductora) y tubérculo del aductor del fémur (porción isquiotibial)	*Porción aductora:* nervio obturador (L2-L4) *Porción isquiotibial:* división tibial del nervio ciático	Aduce el muslo a nivel de la cadera *Porción aductora:* también flexiona el muslo a nivel de la cadera *Porción isquiotibial:* extiende el muslo
Grácil	Cuerpo y rama inferior del pubis	Porción superior de la cara medial de la tibia	Nervio obturador (L2-L3)	Aduce el muslo a nivel de la cadera; flexiona la pierna a nivel de la rodilla y ayuda a rotarla medialmente
Obturador externo	Bordes del agujero obturado y membrana obturatriz	Fosa trocantérea del fémur	Nervio obturador (L3-L4)	Rota lateralmente el muslo a nivel de la cadera; estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo

Nota clínica:

Un **«tirón en la ingle»** es una lesión deportiva frecuente y es un estiramiento o desgarro de uno o más de los músculos aductores en el compartimento medial del muslo. El aductor largo y el mayor son especialmente vulnerables.



A. Visión anterior

B. Visión anterior, disección profunda

3 Músculos anteriores y laterales de la pierna

La pierna está dividida en tres compartimentos musculares mediante tabiques intermusculares de tejido conectivo.
Los músculos del **compartimento anterior** son:

- Dorsiflexionan el pie a nivel de la articulación del tobillo
- Extienden los dedos del pie
- Invierten el pie (giran la planta del pie hacia dentro)

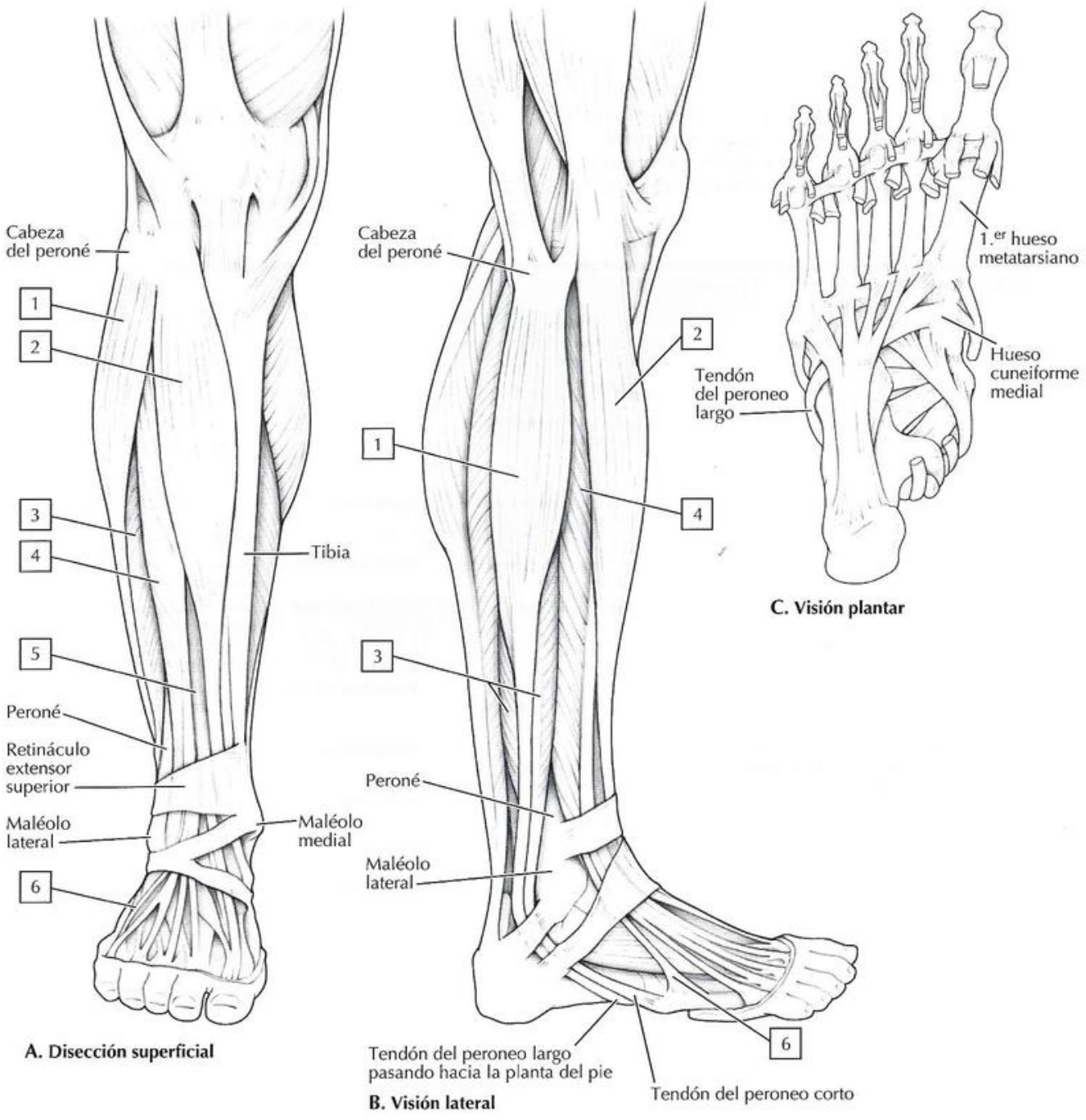
Observa que los músculos del miembro inferior están justo al contrario del miembro superior. Los flexores del miembro inferior están en los compartimentos **posteriores** (compartimento anterior en el miembro superior) y los extensores están en los compartimentos **anteriores** (compartimento posterior en el miembro superior). Esta disposición se produce a causa de la diferente forma en que los miembros rotan durante el desarrollo embrionario.
Los músculos del **compartimento lateral** evierten principalmente el pie (giran la planta del pie hacia fuera).
Los músculos de estos dos compartimentos se resumen en la siguiente tabla.

COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Peroneo largo: el tendón cruza profundo dentro de la planta del pie y se inserta en el 1.er metatarsiano**
- ☐ **2. Tibial anterior**
- ☐ **3. Peroneo corto: su tendón se inserta en el 5.º metatarsiano**
- ☐ **4. Extensor largo de los dedos**
- ☐ **5. Extensor largo del dedo gordo**
- ☐ **6. Tercer peroneo: sólo un tendón; músculo profundo al extensor largo de los dedos**

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Tibial anterior	Cóndilo lateral y mitad superior de la cara lateral de la tibia	Caras medial e inferior del cuneiforme medial y base del 1.er metatarsiano	Nervio peroneo profundo (L4-L5)	Flexión dorsal del pie a nivel del tobillo e inversión del pie
Extensor largo del dedo gordo	Porción media de la cara anterior del peroné y membrana interósea	Cara dorsal de la base de la falange distal del dedo gordo	Nervio peroneo profundo (L5-S1)	Extensión del dedo gordo y flexión dorsal del pie a nivel del tobillo
Extensor largo de los dedos	Cóndilo lateral de la tibia y 3/4 superiores de la cara anterior de la membrana interósea y peroné	Falanges media y distal de los cuatro dedos laterales	Nervio peroneo profundo (L5-S1)	Extensión de los cuatro dedos laterales y flexión dorsal del pie a nivel del tobillo
Tercer peroneo	Tercio inferior de la cara anterior del peroné y membrana interósea	Dorso de la base del 5.º metatarsiano	Nervio peroneo profundo (L5-S1)	Flexión dorsal del pie a nivel del tobillo; ayuda en la eversión del pie
Peroneo largo	Cabeza y 2/3 superiores de la cara lateral del peroné	Base del 1.er metatarsiano y cuneiforme medial	Nervio peroneo superficial (L5-S2)	Eversión del pie y débil flexión plantar del pie a nivel del tobillo
Peroneo corto	2/3 inferiores de la cara lateral del peroné	Cara dorsal de la tuberosidad en el lado lateral de la base del 5.º metatarsiano	Nervio peroneo superficial (L5-S2)	Eversión del pie y débil flexión plantar del pie a nivel del tobillo

Nota clínica:
El **síndrome compartimental anterior** (a veces llamado **periostitis tibial anterior**) se produce por la contracción excesiva de los músculos del compartimento anterior.
El dolor en estos músculos se irradia por el tobillo hasta el dorso del pie que cubre los tendones extensores.
Este proceso suele ser crónico y la inflamación del músculo en el compartimento muscular, fuertemente envuelto en la vaina fascial, puede dar lugar a compresión nerviosa y vascular.
En el síndrome agudo (expansión rápida, continua), puede ser necesario abrir quirúrgicamente el compartimento (fasciotomía) para aliviar la presión.


Cabeza del peroné
1
2
3
4
Tibia
5
Peroné
Retináculo extensor superior
Maléolo lateral
Maléolo medial
6
A. Disección superficial
Cabeza del peroné
2
Tendón del peroneo largo
1
4
3
Peroné
Maléolo lateral
6
Tendón del peroneo largo pasando hacia la planta del pie
Tendón del peroneo corto
B. Visión lateral
1.er hueso metatarsiano
Hueso cuneiforme medial
C. Visión plantar

3 Músculos posteriores de la pierna

La pierna está dividida en tres compartimentos musculares mediante tabiques intermusculares de tejido conectivo.
Los músculos del compartimento posterior:

- Flexionan plantarmente el pie a nivel de la articulación del tobillo
- Flexionan los dedos del pie
- Invierten el pie (giran la planta del pie hacia dentro)

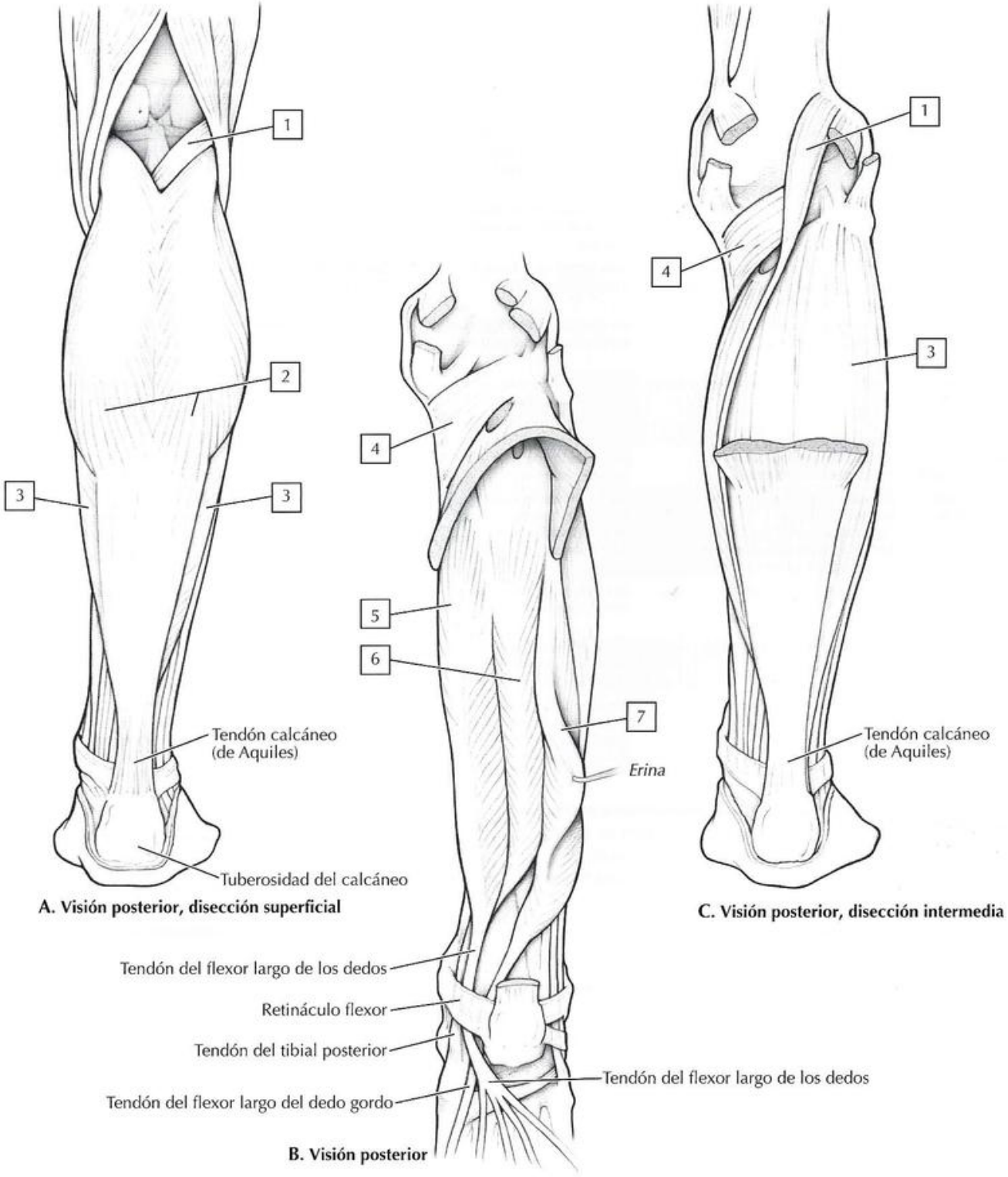
Los músculos del compartimento posterior están dispuestos en un grupo superficial y un grupo profundo. El grupo de músculos superficiales fusiona sus tendones de inserción en un fuerte tendón calcáneo (de Aquiles) que lo une al talón (tuberosidad del calcáneo). Estos músculos se resumen en la siguiente tabla.

COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

- ☐ **1. Plantar (los músculos 1-3 de esta lista comprenden el grupo superficial)**
- ☐ **2. Gastrocnemio: cabezas lateral y medial, el músculo «de la pantorrilla»**
- ☐ **3. Sóleo**
- ☐ **4. Poplíteo**
- ☐ **5. Flexor largo de los dedos**
- ☐ **6. Tibial posterior**
- ☐ **7. Flexor largo del dedo gordo**

MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Gastrocnemio	*Cabeza lateral:* cara lateral del cóndilo lateral del fémur *Cabeza medial:* cara poplítea del fémur, superior al cóndilo medial	Cara posterior del calcáneo vía tendón calcáneo	Nervio tibial (S1-S2)	Flexión plantar del pie a nivel del tobillo; eleva el talón durante la marcha; flexiona la pierna a nivel de la articulación de la rodilla
Sóleo	Cara posterior de la cabeza del peroné, cuarto superior de la cara posterior del peroné, línea del sóleo y borde medial de la tibia	Cara posterior del calcáneo vía tendón calcáneo	Nervio tibial (S1-S2)	Flexión plantar del pie a nivel del tobillo; estabiliza la pierna sobre el pie
Plantar	Extremo inferior de la línea supracondílea lateral del fémur y ligamento poplíteo oblicuo	Cara posterior del calcáneo vía tendón calcáneo	Nervio tibial (S1-S2)	Ayuda débilmente al gastrocnemio en la flexión plantar del pie a nivel del tobillo y la flexión de la rodilla
Poplíteo	Epicóndilo lateral del fémur y menisco lateral	Cara posterior de la tibia, superior a la línea del sóleo	Nervio tibial (L4-S1)	Flexiona débilmente la pierna a nivel de la rodilla y la abre (rota el fémur)
Flexor largo del dedo gordo	Dos tercios inferiores de la cara posterior del peroné y porción inferior de la membrana interósea	Base de la falange distal del dedo gordo	Nervio tibial (S2-S3)	Flexión del dedo gordo a nivel de todas las articulaciones y flexión plantar del pie a nivel del tobillo; sostiene el arco longitudinal medial del pie
Flexor largo de los dedos	Porción medial de la cara posterior de la tibia inferior a la línea del sóleo y fascia que cubre al tibial posterior	Bases de las falanges distales de los cuatro dedos laterales	Nervio tibial (S2-S3)	Flexión de los cuatro dedos laterales y flexión plantar del pie a nivel del tobillo; sostiene los arcos longitudinales del pie
Tibial posterior	Membrana interósea, cara posterior de la tibia inferior a la línea del sóleo y cara posterior del peroné	Tuberosidad del navicular, huesos cuneiformes y cuboides y bases de los metatarsianos 2, 3 y 4	Nervio tibial (L4-L5)	Flexión plantar del pie a nivel del tobillo e inversión del pie

Nota clínica:
«Periostitis tibial o síndrome de estrés medial de la tibia» se refiere al dolor a lo largo de los dos tercios distales mediales del cuerpo de la tibia y es un síndrome común en atletas. La causa principal es la tracción repetitiva del tendón del tibial posterior cuando el pie despega del suelo durante la carrera.
La **tendinitis** del tendón calcáneo (de Aquiles) es una inflamación dolorosa que a menudo se produce en los corredores que corren en montaña o superficies irregulares. La tensión reiterada sobre el tendón se produce cuando el talón toca el suelo y cuando la flexión plantar levanta el pie y los dedos. Este es el tendón más fuerte del cuerpo. La rotura del tendón es una lesión grave, debido a que el tendón avascular cicatriza lentamente. En general, la mayoría de las lesiones de un tendón se curan más lentamente debido a su naturaleza avascular.


1
2
3
3
Tendón calcáneo (de Aquiles)
Tuberosidad del calcáneo
A. Visión posterior, disección superficial
4
5
6
7
Erina
Tendón del flexor largo de los dedos
Retináculo flexor
Tendón del tibial posterior
Tendón del flexor largo del dedo gordo
Tendón del flexor largo de los dedos
B. Visión posterior
1
4
3
Tendón calcáneo (de Aquiles)
C. Visión posterior, disección intermedia

3 Músculos intrínsecos del pie

Los músculos intrínsecos están dispuestos en cuatro planos (capas) en la planta del pie y complementan las acciones de los tendones de los flexores largos de la pierna a medida que pasan hacia el pie. Estos músculos se resumen en la siguiente tabla.

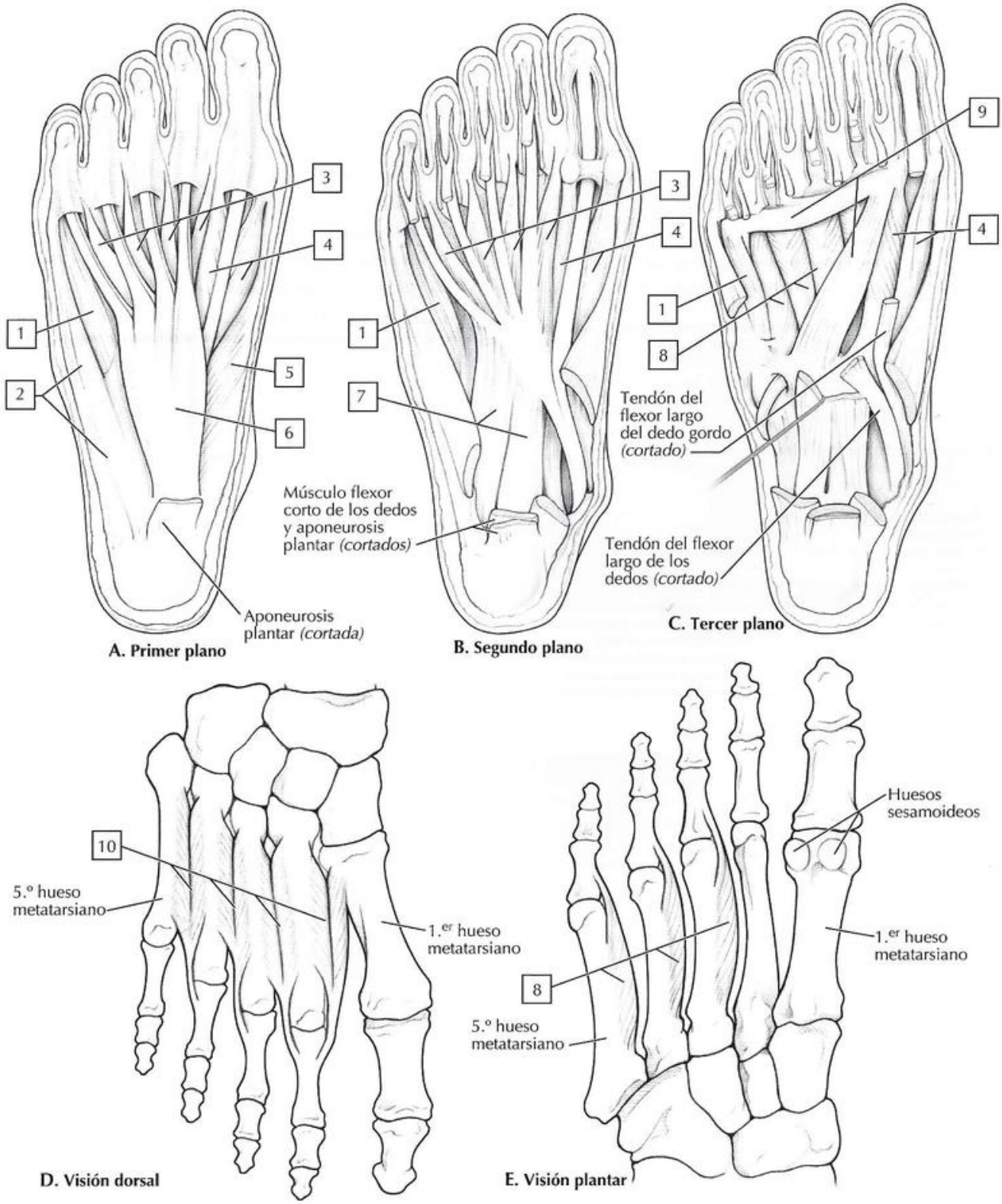
MÚSCULO	INSERCIÓN PROXIMAL (ORIGEN)	INSERCIÓN DISTAL (INSERCIÓN)	INERVACIÓN	ACCIONES PRINCIPALES
Abductor del dedo gordo	Apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo, retináculo flexor y aponeurosis plantar	Lado medial de la base de la falange proximal del 1.er dedo	Nervio plantar medial (S1-S3)	Abduce y flexiona el dedo gordo a nivel de la articulación metatarsofalángica
Flexor corto de los dedos	Apófisis medial y lateral de la tuberosidad del calcáneo, aponeurosis plantar y tabiques intermusculares	Ambos lados de las falanges medias de los cuatro dedos laterales	Nervio plantar medial (S1-S3)	Flexión de los cuatro dedos laterales a nivel de las articulaciones interfalángicas
Abductor del dedo pequeño	Apófisis lateral de la tuberosidad del calcáneo, aponeurosis plantar y tabiques intermusculares	Lado lateral de la base de la falange proximal del 5.° dedo	Nervio plantar lateral (S1-S3)	Abduce y flexiona el dedo pequeño
Cuadrado plantar	Cara medial y borde lateral de la cara plantar del calcáneo	Borde posterolateral del tendón del flexor largo de los dedos	Nervio plantar lateral (S1-S3)	Ayuda al flexor largo de los dedos en la flexión de los cuatro dedos laterales
Lumbricales	Tendones del flexor largo de los dedos	Cara medial de la expansión del extensor de los dedos sobre los cuatro dedos laterales	*El más medial:* nervio plantar medial *Los tres laterales:* nervio plantar lateral (S2-S3)	Flexionan las articulaciones metatarsofalángicas y extienden las articulaciones interfalángicas de los cuatro dedos laterales
Flexor corto del dedo gordo	Caras plantares del cuboides y cuneiformes laterales	Ambos lados de la base de la falange proximal del 1.er dedo	Nervio plantar medial (S1-S2)	Flexiona la falange proximal del dedo gordo
Aductor del dedo gordo	*Cabeza oblicua:* bases de los metatarsianos 2-4 *Cabeza transversa:* ligamentos plantares de las articulaciones metatarsofalángicas de los dedos 3-5	Los tendones de ambas cabezas se insertan en el lado lateral de la base de la falange proximal del 1.er dedo	Ramo profundo del nervio plantar lateral (S2-S3)	Aduce el dedo gordo; ayuda a mantener el arco transverso del pie
Flexor corto del dedo pequeño	Base del 5.° metatarsiano	Base de la falange proximal del 5.° dedo	Ramo superficial del nervio plantar lateral (S2-S3)	Flexiona la falange proximal del dedo pequeño, ayudando así con su flexión
Interóseos plantares (3 músculos)	Bases y lados mediales de los metatarsianos 3-5	Lados mediales de las bases de las falanges proximales de los dedos 3-5	Nervio plantar lateral (S2-S3)	Aducen los dedos (2-4) y flexionan las articulaciones metatarsofalángicas
Interóseos dorsales (4 músculos)	Lados adyacentes de los metatarsianos 1-5	*Primero:* lado medial de la falange proximal del segundo dedo *Segundo a cuarto:* lados laterales de los dedos 2-4	Nervio plantar lateral (S2-S3)	Abducen los dedos 2-4, flexionan las articulaciones metatarsofalángicas

COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo (los músculos de la planta están organizados en varios planos por debajo de una fuerte aponeurosis plantar, como se ve en las ilustraciones):

- ☐ **1. Flexor corto del dedo pequeño**
- ☐ **2. Abductor del dedo pequeño**
- ☐ **3. Lumbricales: cuatro pequeños músculos que se insertan en los tendones flexores largos**
- ☐ **4. Flexor corto del dedo gordo: tiene dos cabezas cuyos tendones contienen dos pequeños huesos sesamoideos**
- ☐ **5. Abductor del dedo gordo**
- ☐ **6. Flexor corto de los dedos**
- ☐ **7. Cuadrado plantar**
- ☐ **8. Interóseos plantares: tres músculos que aducen los dedos del pie**
- ☐ **9. Aductor del dedo gordo: tiene dos cabezas (transversa y oblicua)**
- ☐ **10. Interóseos dorsales: cuatro músculos que abducen los dedos del pie**

Nota clínica:

Justo debajo de la piel de la planta del pie y recubriendo el plano superficial de los músculos intrínsecos se encuentra la aponeurosis plantar, un tendón ancho y plano que se extiende desde el talón hasta los dedos del pie. La **fascitis plantar** es una causa común de dolor en el talón, especialmente en los corredores, y resulta de la inflamación de la aponeurosis plantar en su punto de unión en el calcáneo, con dolor que a menudo irradia distalmente hacia los dedos del pie.


3
4
1
2
5
6
Aponeurosis plantar *(cortada)*
A. Primer plano
3
4
1
7
Músculo flexor corto de los dedos y aponeurosis plantar *(cortados)*
B. Segundo plano
9
4
1
8
Tendón del flexor largo del dedo gordo *(cortado)*
Tendón del flexor largo de los dedos *(cortado)*
C. Tercer plano
10
5.º hueso metatarsiano
1.er hueso metatarsiano
D. Visión dorsal
Huesos sesamoideos
1.er hueso metatarsiano
8
5.º hueso metatarsiano
E. Visión plantar

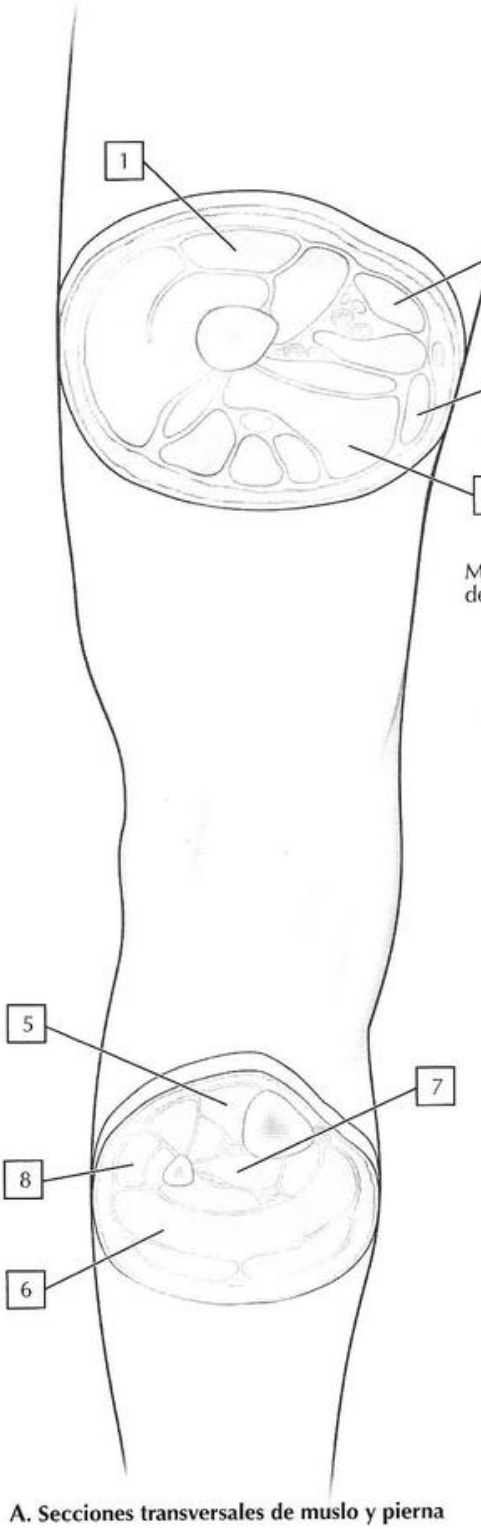
3 Resumen de los músculos del miembro inferior

La mejor manera para aprender la acción de los músculos es saber en qué **compartimento** residen y luego conocer la acción principal de los músculos en ese compartimento. Pocos músculos actúan de forma aislada; más a menudo, actúan como un grupo. En general, los músculos de la región glútea extienden la cadera, abducen el miembro y lo rotan. Los músculos anteriores del muslo actúan sobre la rodilla para extenderla, mientras que los músculos mediales del muslo aducen el miembro a nivel de la cadera. Los músculos posteriores del muslo extienden la cadera y flexionan la rodilla. Los músculos laterales de la pierna evierten el pie y los músculos anteriores de la pierna dorsiflexionan el tobillo y extienden los dedos del pie, mientras que los músculos posteriores de la pierna realizan la flexión plantar del tobillo y flexionan los dedos del pie.

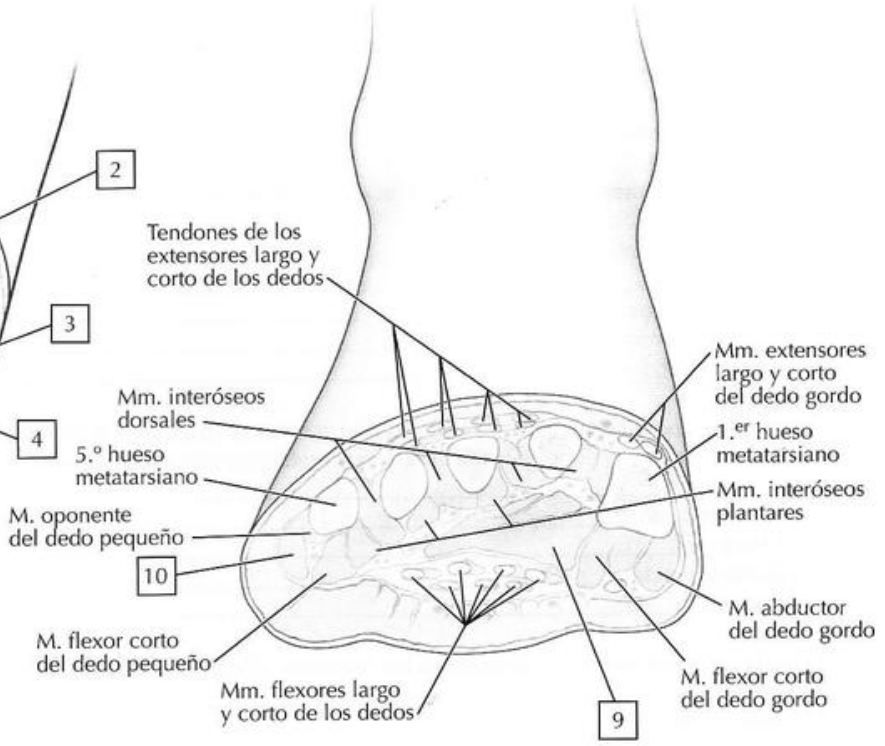
CADERA	RODILLA
Flexión: iliopsoas, recto femoral, sartorio **Extensión:** isquiotibiales, glúteo mayor **Abducción:** glúteos medio y menor, tensor de la fascia lata **Rotación medial:** glúteos medio y menor **Rotación lateral:** obturador interno, gemelos, piriforme **Aducción:** grupo de músculos aductores	**Flexión:** isquiotibiales, grácil, sartorio, gastrocnemio **Extensión:** cuádriceps femoral **Rotación medial:** semitendinoso, semimembranoso **Rotación lateral:** bíceps femoral
TOBILLO	**METATARSOFALÁNGICAS**
Flexión plantar: gastrocnemio, sóleo, tibial posterior, flexor largo de los dedos, flexor largo del dedo gordo **Dorsiflexión:** tibial anterior, extensor largo de los dedos, extensor largo del dedo gordo, tercer peroneo	**Flexión:** interóseos y lumbricales **Extensión:** extensor largo y extensor corto de los dedos **Abducción:** interóseos dorsales **Aducción:** interóseos plantares
INTERFALÁNGICAS	**INTERTARSIANAS**
Flexión: flexor largo y flexor corto de los dedos **Extensión:** extensor largo y extensor corto de los dedos	**Eversión:** peroneo largo, peroneo corto, tercer peroneo **Inversión:** tibial anterior y tibial posterior

COLOREA los siguientes músculos, utilizando un color diferente para cada músculo:

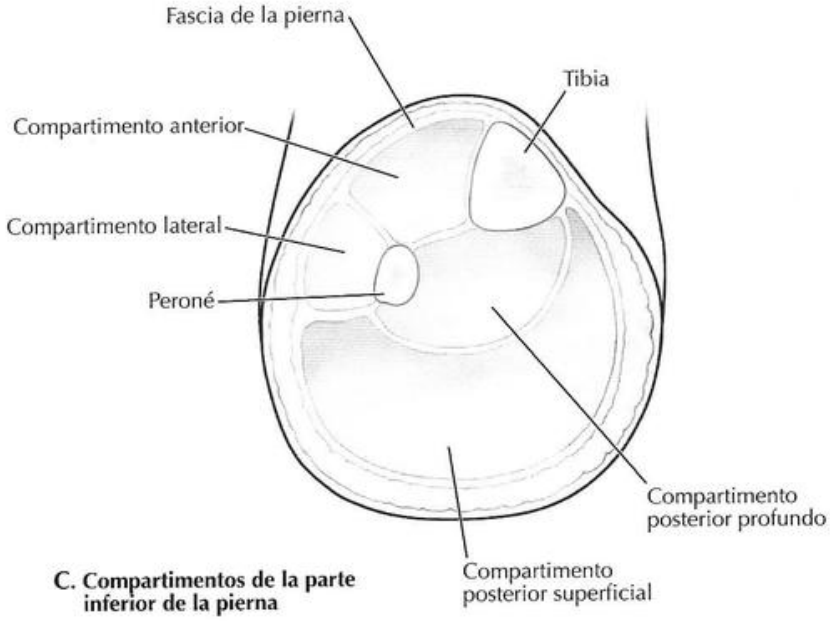
- ☐ **1. Recto femoral**
- ☐ **2. Sartorio**
- ☐ **3. Grácil**
- ☐ **4. Aductor mayor**
- ☐ **5. Tibial anterior**
- ☐ **6. Sóleo**
- ☐ **7. Tibial posterior**
- ☐ **8. Peroneo largo**
- ☐ **9. Aductor del dedo gordo**
- ☐ **10. Abductor del dedo pequeño**



A. Secciones transversales de muslo y pierna



B. Sección transversal del pie



C. Compartimentos de la parte inferior de la pierna

PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿Por qué un paciente con parálisis de Bell (inflamación unilateral del nervio facial) no podrá cerrar su ojo homolateral? _____

2. ¿Qué músculo podría estar paralizado si, durante una exploración ocular (pruebas clínicas), se demuestra la incapacidad de aducción y descenso del globo ocular? _____

3. ¿Cuáles son los tres músculos que recubren la pared posterior de la faringe y ayudan a la deglución? _____

4. ¿Cuál de los siguientes grupos musculares incluye los músculos intrínsecos profundos del dorso inervados por un ramo posterior del nervio espinal?
   A. Erector de la columna _____
   B. Dorsal ancho _____
   C. Elevador de la escápula _____
   D. Romboides mayor _____
   E. Serrato posterior inferior _____

5. En la región inguinal se produce una hernia, y una porción del intestino y el mesenterio descienden al interior del escroto. ¿Cuál de los siguientes tipos de hernias tiene muy probablemente este paciente?
   A. Femoral _____
   B. Inguinal directa _____
   C. De hiato _____
   D. Inguinal indirecta _____
   E. Umbilical _____

6. Un atleta sufre una lesión del manguito de los rotadores. ¿Cuál de los siguientes músculos estará muy probablemente roto?
   A. Infraespinoso _____
   B. Subescapular _____
   C. Supraespinoso _____
   D. Redondo mayor _____
   E. Redondo menor _____

7. ¿A qué músculo implicará probablemente una lesión por tirón en la ingle?
   A. Aductor largo _____
   B. Recto femoral _____
   C. Sartorio _____
   D. Semitendinoso _____
   E. Vasto medial _____

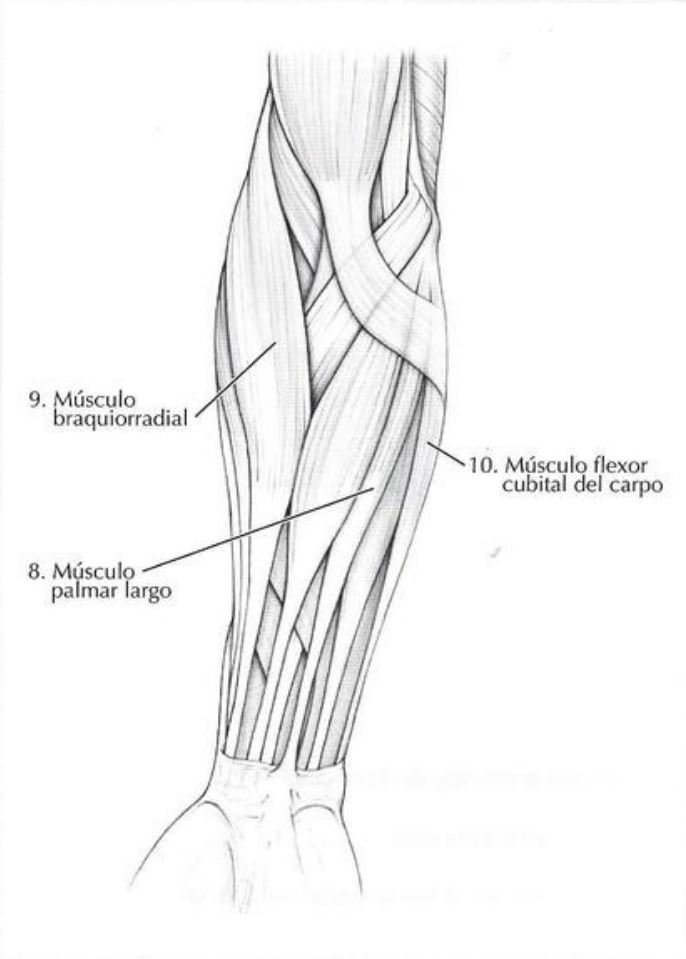
Colorea los músculos que se indican en las preguntas 8 a 10.

8. Este músculo está ausente en un pequeño porcentaje de la población (color rojo).
9. Este músculo está inervado por el nervio radial (color azul).
10. Este músculo flexiona el carpo y está inervado por el nervio cubital (color verde).

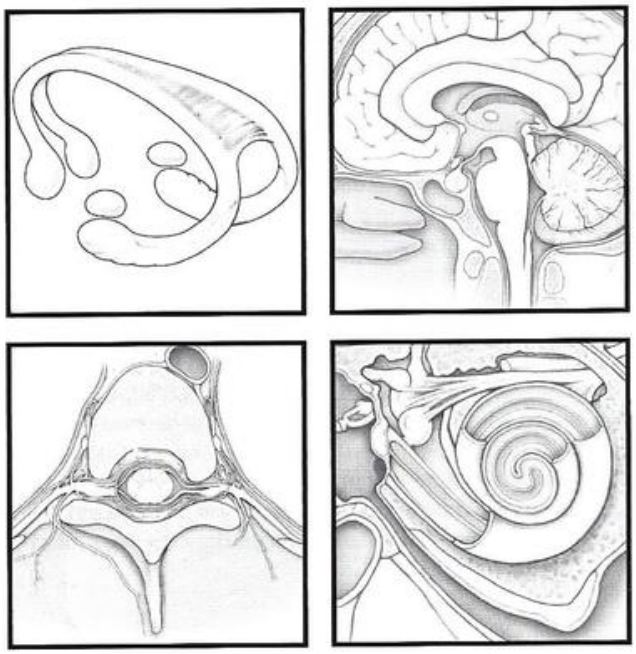
RESPUESTAS

1. Parálisis del músculo orbicular del ojo de los músculos faciales
2. Músculo oblicuo superior
3. Músculos constrictores superior, medio e inferior de la faringe
4. A
5. D
6. C

7. A
8. Músculo palmar largo
9. Músculo braquiorradial
10. Músculo flexor cubital del carpo



Capítulo 4 **Sistema nervioso**



© 2015. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

4 Estructura neuronal

Las células nerviosas se denominan neuronas y su estructura refleja las características funcionales de una neurona individual. La información llega a la neurona en general a través de las prolongaciones llamadas **axones,** que terminan en la neurona en uniones especializadas denominadas **sinapsis.** Las sinapsis pueden localizarse en las prolongaciones neuronales llamadas **dendritas** o en el cuerpo celular neuronal, el denominado **soma** o **pericarion.**

COLOREA cada uno de los siguientes elementos de una neurona, utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **1. Dendritas**
- ☐ **2. Axón**
- ☐ **3. Soma o cuerpo celular de la neurona**

Las neuronas transmiten información eferente a través de potenciales de acción que corren a lo largo de un solo axón que surge del soma que luego hace sinapsis en un objetivo selectivo, por lo general otra neurona o célula diana, por ejemplo células musculares. Hay muchos tipos diferentes de neuronas; algunos de los tipos más comunes son:

- **Monopolar (a menudo denominada seudomonopolar):** un axón que se divide en dos prolongaciones largas; normalmente neuronas sensitivas
- **Bipolar:** posee un axón y una dendrita; rara, pero se encuentra en la retina y el epitelio olfatorio
- **Multipolar:** posee un axón y dos o más dendritas; más común

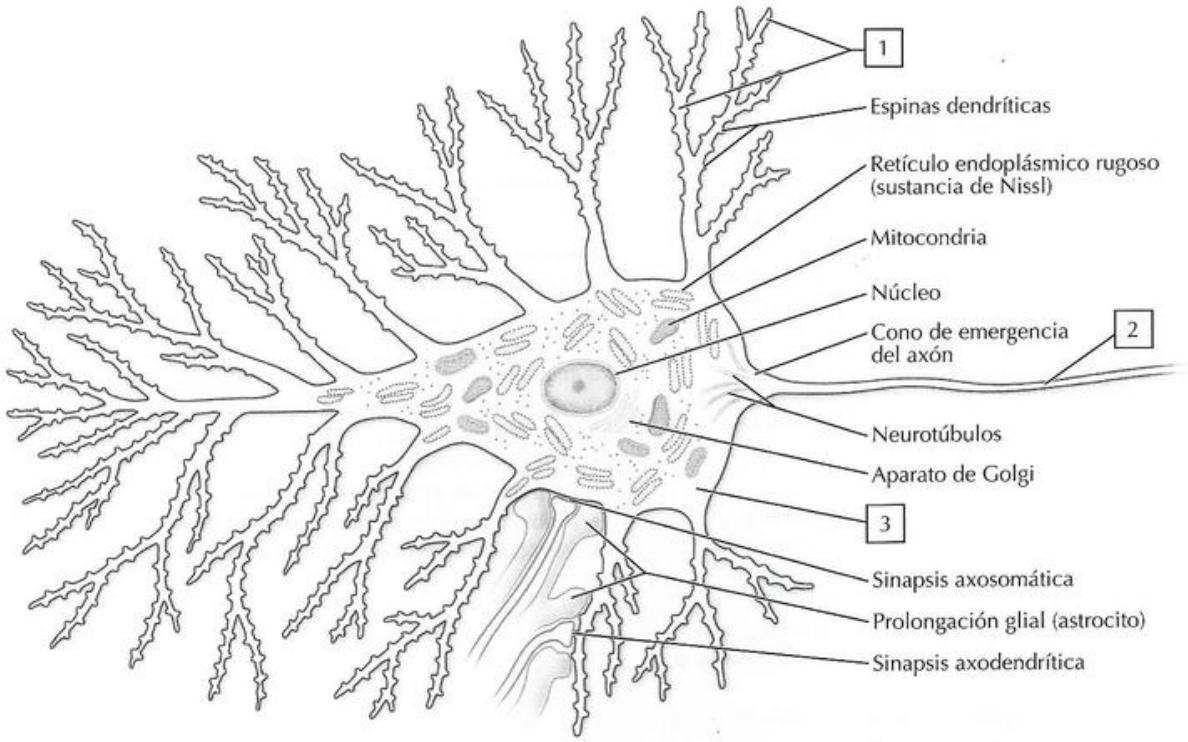
COLOREA cada tipo diferente de neurona, utilizando un color diferente para cada tipo:

- ☐ **4. Monopolar (seudomonopolar)**
- ☐ **5. Bipolar**
- ☐ **6. Multipolar**

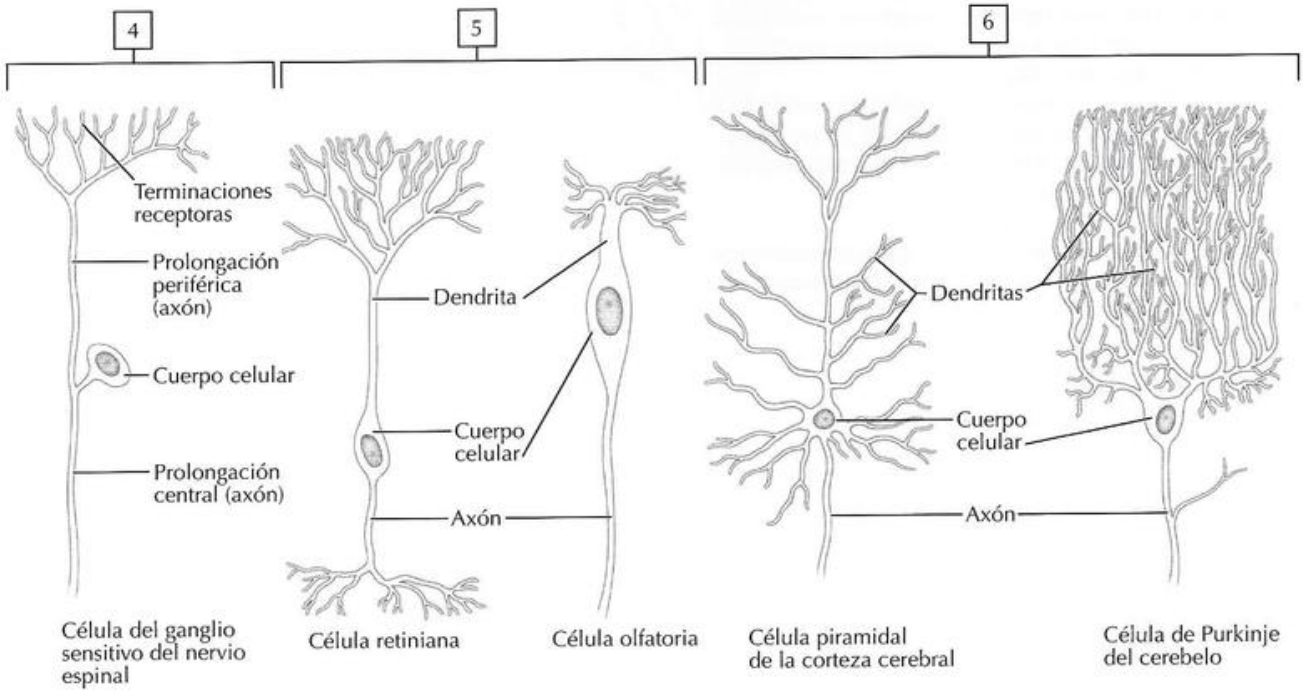
Aunque el sistema nervioso humano contiene más de 10 mil millones de neuronas (una estimación muy aproximada), se pueden clasificar en gran parte en uno de tres tipos funcionales:

- **Neuronas motoras:** conducen impulsos eferentes desde el sistema nervioso central (SNC) o los ganglios (cúmulos de neuronas fuera del SNC) hacia células diana (efectoras); los axones eferentes somáticos se dirigen al músculo esquelético y los axones eferentes viscerales lo hacen al músculo liso, músculo cardíaco y glándulas
- **Neuronas sensitivas:** transportan impulsos aferentes desde receptores hacia el SNC; los axones aferentes somáticos transmiten sensibilidad dolorosa, térmica, táctil, baropresora y propioceptiva (no consciente) y los axones aferentes viscerales conducen sensibilidad dolorosa y otras sensaciones (p. ej., náuseas) desde órganos, glándulas y músculo liso hacia el SNC
- **Interneuronas:** transportan los impulsos entre neuronas sensitivas y motoras, formando de esta manera redes de integración entre las células; las interneuronas probablemente comprenden más del 99% de todas las neuronas del cuerpo

Las neuronas pueden variar de tamaño considerablemente, oscilando desde algunas micras a más de 100 µm de diámetro. Pueden poseer numerosas dendritas ramificadas, tachonadas con **espinas dendríticas** que aumentan muchas veces el área receptora de la neurona. El axón de la neurona puede ser bastante corto o de más de un metro de longitud, y el diámetro axonal puede variar, con axones mayores de 1 a 2 µm de diámetro aislados por **vainas de mielina.** En el SNC, los axones están mielinizados por una célula glial especial denominada **oligodendrocito,** mientras que todos los axones del sistema nervioso periférico (SNP) están rodeados por un tipo de célula glial llamada **célula de Schwann.** Las células de Schwann también mielinizan muchos de los axones del SNP que rodean.



A. Estructura neuronal



B. Tipos de neuronas

4 Células de la glía

La glía son las células que soportan las neuronas, tanto en el SNC (neuroglía) como en el SNP. En el sistema nervioso, las células gliales son mucho más numerosas que las neuronas y, junto con la mielinización de los axones nuevos, contribuyen a la mayor parte del crecimiento posnatal observado en el SNC. Funcionalmente, la glía:

- Proporciona el aislamiento estructural de las neuronas y sus sinapsis
- Secuestra iones en el compartimento extracelular
- Proporciona soporte trófico para las neuronas y sus prolongaciones
- Mantiene el crecimiento y secreta factores de crecimiento
- Mantiene algunas de las funciones de señalización de las neuronas
- Mieliniza axones
- Fagocita residuos y participa en la respuesta inflamatoria
- Participa en la formación de la barrera hematoencefálica

Los diferentes tipos de células gliales incluyen:

- **Astrocitos:** las más numerosas de las células gliales, proporcionan soporte físico y metabólico a las neuronas del SNC y contribuyen a la formación de la barrera hematoencefálica
- **Oligodendrocitos:** células gliales más pequeñas que son responsables de la formación y mantenimiento de la mielina en el SNC
- **Microglía:** la glía más pequeña y más rara del SNC (aunque más numerosa que las neuronas en el SNC); son células fagocitarias y participan en las reacciones inflamatorias
- **Células ependimarias:** tapizan los ventrículos encefálicos y el conducto central de la médula espinal que contienen líquido cefalorraquídeo (LCR)
- **Células de Schwann:** células gliales del SNP; rodean todos los axones, mielinizando muchos de ellos, y proporcionan soporte trófico, facilitan la regeneración de los axones del SNP y eliminan los restos celulares

Mientras que las células ependimarias tapizan los ventrículos encefálicos, la superficie del encéfalo y la médula espinal está recubierta por la piamadre.

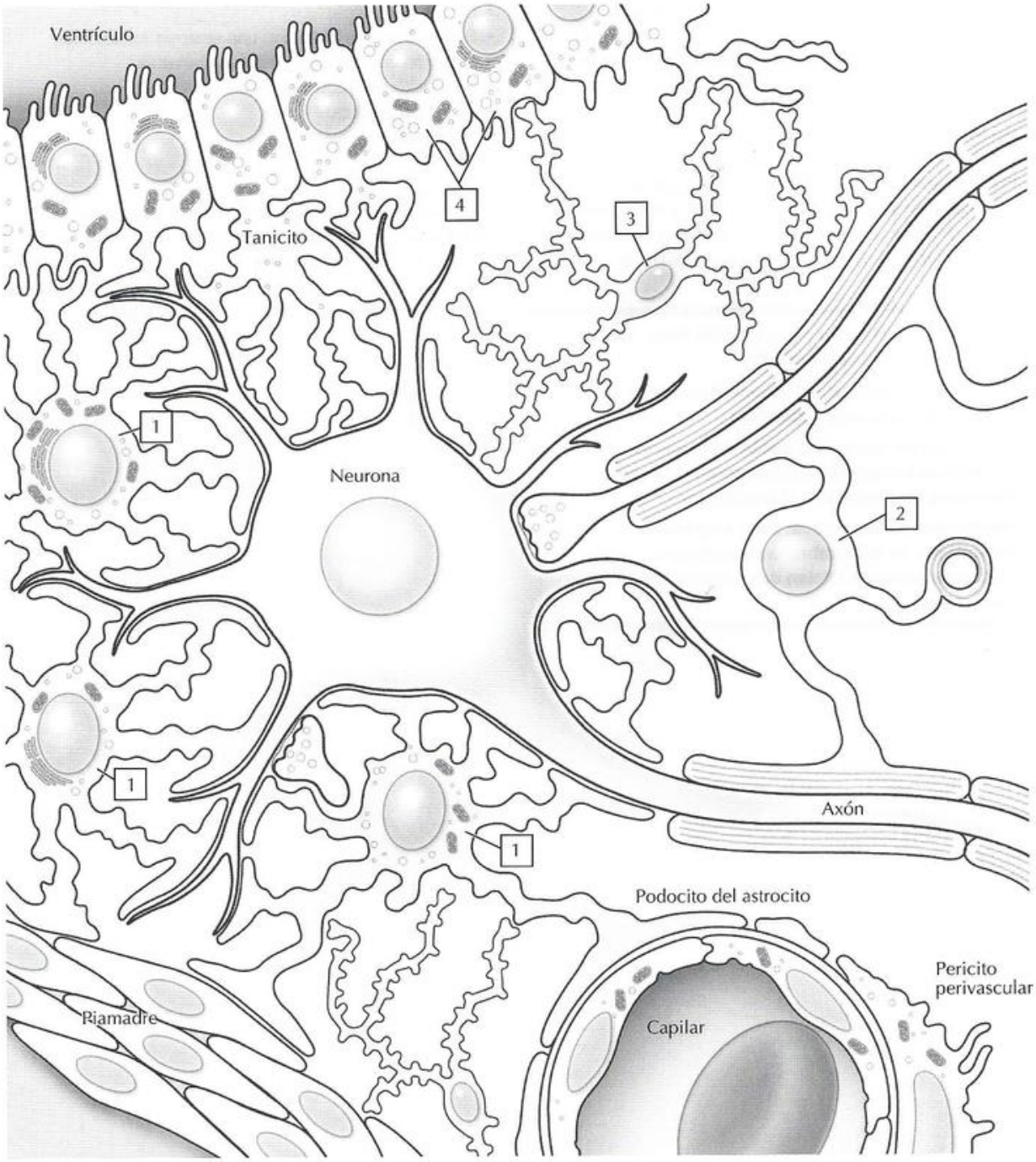
COLOREA cada uno de los diferentes tipos de glía del SNC, utilizando un color diferente para cada célula glial:

- ☐ **1. Astrocitos**
- ☐ **2. Oligodendrocitos (con prolongaciones mielinizadas)**
- ☐ **3. Célula de la microglía**
- ☐ **4. Células ependimarias**

Nota clínica:

La **esclerosis múltiple** (EM) es una enfermedad desmielinizante del SNC donde se destruye progresivamente la mielina, lo que lleva a la inflamación y daño axonal. La EM es una enfermedad autoinmune que también puede destruir los oligodendrocitos que sintetizan y mantienen la mielina. Entre los síntomas frecuentes se incluyen:

- Deficiencia visual
- Pérdida de la sensibilidad cutánea
- Problemas de equilibrio y coordinación motora
- Pérdida de control vesical e intestinal


Ventrículo
Tanicito
4
3
1
Neurona
2
1
Axón
1
Podocito del astrocito
Pericito perivascular
Capilar
Riamadre

4 Tipos de sinapsis

La principal forma de comunicación en el sistema nervioso es mediante sinapsis, lugares discontinuos donde el axón, o su amplia ramificación de terminales axonales, a veces se cuentan por miles, linda con otra neurona o célula de destino. Por lo general, una neurona recibe numerosos contactos sinápticos en su arborización de dendritas y espinas dendríticas o en el soma. A medida que el axón se acerca a su lugar de destino, pierde su vaina de mielina, a menudo sufre una extensa ramificación y, a continuación, termina en el destino como **botones sinápticos.** La comunicación se realiza mediante transmisión electroquímica, desencadenando la liberación de un neurotransmisor(es) en la **hendidura sináptica.** El/los transmisor(es) se une(n) a receptores en la membrana postsináptica e inician una respuesta excitatoria o inhibitoria graduada, o efecto neuromodulador, en la célula diana.

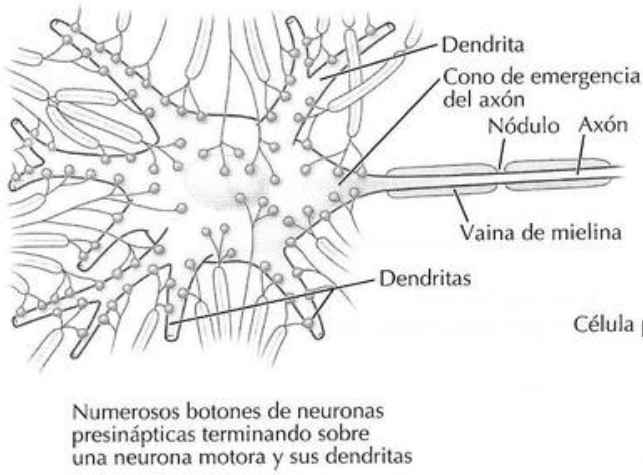
COLOREA los elementos de la sinapsis típica, utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **1. Vesículas sinápticas: contienen el neurotransmisor y/o sustancia neuromoduladora**
- ☐ **2. Exocitosis de vesículas: fusión de la membrana de la vesícula sináptica con la membrana presináptica, liberando de este modo el transmisor**
- ☐ **3. Membrana postsináptica: zona engrosada donde los receptores de la membrana postsináptica se unen al neurotransmisor e inician una respuesta graduada apropiada**

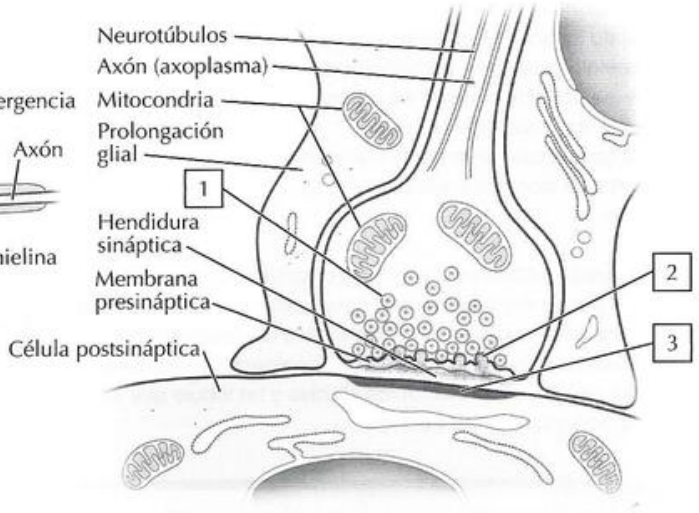
Se puede identificar una amplia variedad de tipos morfológicos de sinapsis:

- Axodendrítica o axosomática simple (sinapsis más comunes)
- Espina dendrítica
- Cresta dendrítica
- Sinapsis simple junto con una sinapsis axoaxónica
- Axoaxónica y axodendrítica combinadas
- Varicosidades (botones de paso)
- Dendrodendrítica
- Recíproca
- Seriada

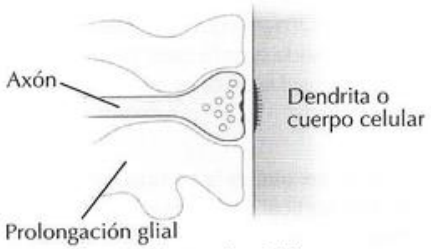
Las sinapsis son estructuras dinámicas y muestran una «plasticidad» significativa. Continuamente se forman nuevas sinapsis en muchas regiones, y algunas son «podadas» o eliminadas por cualquier razón, incluyendo la falta de uso, la atrofia o la pérdida de las células diana, o procesos degenerativos debido al envejecimiento normal o a una patología.



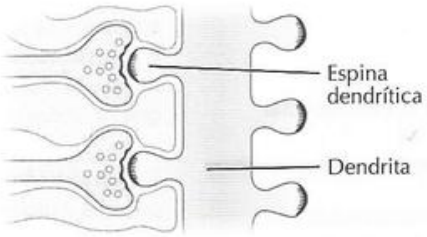
A. Esquema de terminaciones sinápticas



B. Sección aumentada de un botón terminal

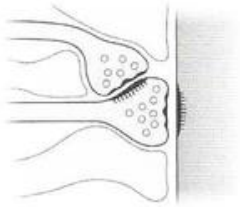


C. Sinapsis axodendrítica o axosomática simples

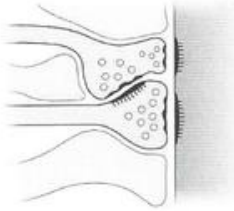


D. Sinapsis en espina dendrítica

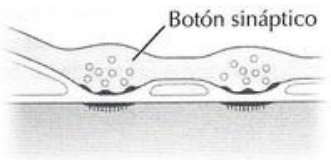
E. Sinapsis en cresta dendrítica



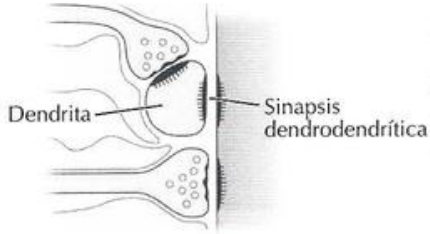
F. Sinapsis simple más sinapsis axoaxónica



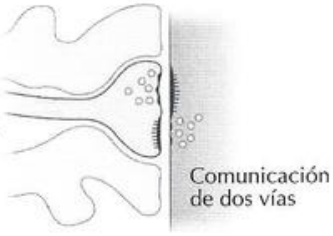
G. Sinapsis axoaxónica y axodendrítica combinadas



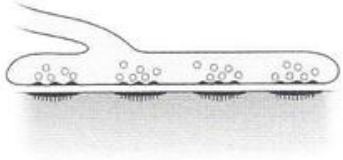
H. Varicosidades (botones de paso)



I. Sinapsis dendrodendrítica



J. Sinapsis recíproca



K. Sinapsis en serie

4 Cerebro

Como ya se ha dicho en el capítulo 1, el encéfalo humano se compone de las siguientes partes:

- Cerebro (corteza cerebral)
- Diencéfalo (tálamo, hipotálamo y glándula pineal)
- Mesencéfalo (una parte del tronco del encéfalo)
- Puente (se conecta al cerebelo y la médula oblongada y es parte del tronco del encéfalo)
- Médula oblongada (se conecta a la médula espinal y es parte del tronco del encéfalo)
- Cerebelo

El cerebro está dividido en dos grandes hemisferios y se caracteriza por su corteza cerebral circunvalada, lo que aumenta significativamente el área de superficie para las neuronas por el plegamiento del tejido en un volumen compacto. La corteza cerebral se divide en cuatro lóbulos visibles y un lóbulo que se sitúa profundo a la corteza exterior.

COLOREA los cinco lóbulos de la corteza cerebral, utilizando un color diferente para cada lóbulo:

- ☐ **1. Lóbulo frontal**
- ☐ **2. Lóbulo parietal**
- ☐ **3. Lóbulo occipital**
- ☐ **4. Lóbulo temporal**
- ☐ **5. Ínsula: un quinto lóbulo profundo situado medial al lóbulo temporal**

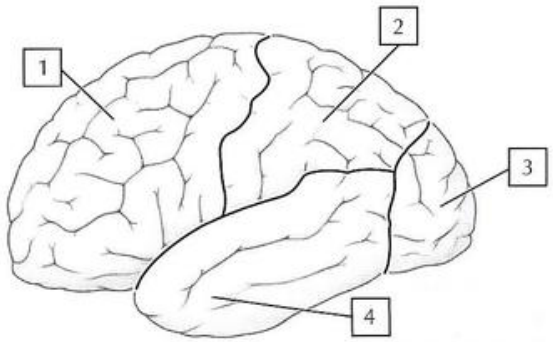
Las regiones de la corteza cerebral están relacionadas con atributos funcionales específicos. Muchas de estas áreas se superponen, y algunas pueden estar más o menos desarrolladas en individuos con talentos específicos o con déficits específicos, ya sea por anomalías congénitas (defectos de nacimiento) o por procesos patológicos, como un accidente cerebrovascular.

COLOREA las siguientes regiones funcionales del hemisferio cerebral, utilizando un color diferente para cada región:

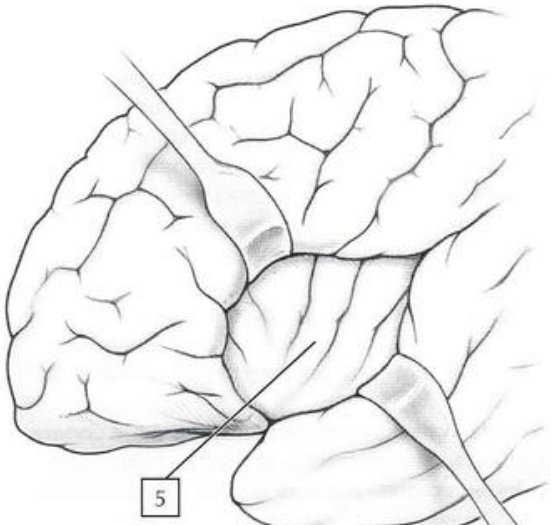
- ☐ **6. Corteza motora primaria (justo anterior al surco central)**
- ☐ **7. Corteza somatosensitiva primaria (justo posterior al surco central)**
- ☐ **8. Corteza visual primaria**
- ☐ **9. Corteza auditiva primaria**

El pliegue del tejido cortical justo anterior al surco central es el **giro (circunvolución) precentral** del lóbulo frontal. La corteza motora primaria se localiza en este giro, y el cuerpo humano está representado topográficamente sobre esta área cortical. Es decir, las neuronas corticales que se ocupan de ciertas funciones motoras asociadas con una región del cuerpo humano, como el pulgar, se pueden identificar en una región particular del giro precentral. Para representar esta relación topográfica, un homúnculo («hombrecito») motor se dibuja sobre la corteza motora (v. parte E), y el tamaño de cada parte del cuerpo es representativo de la porción de la corteza dedicada a inervar esa parte del cuerpo. Observa que la corteza motora es desproporcionadamente grande para la cara, la cavidad bucal y la mano. La corteza sensitiva (v. D) es especialmente grande sobre la cara y la mano.

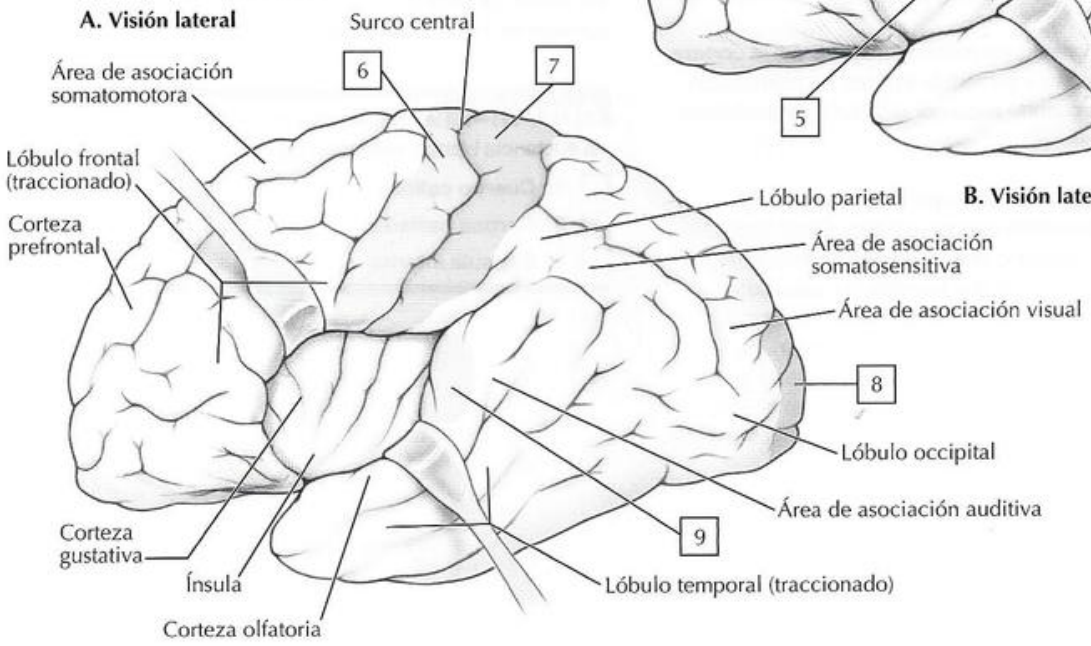
El **giro poscentral** del lóbulo parietal es la corteza sensitiva primaria y representa el área cortical dedicada a la función sensitiva. De forma similar a la corteza motora, sobre esta región cortical se puede representar un homúnculo sensitivo.



A. Visión lateral

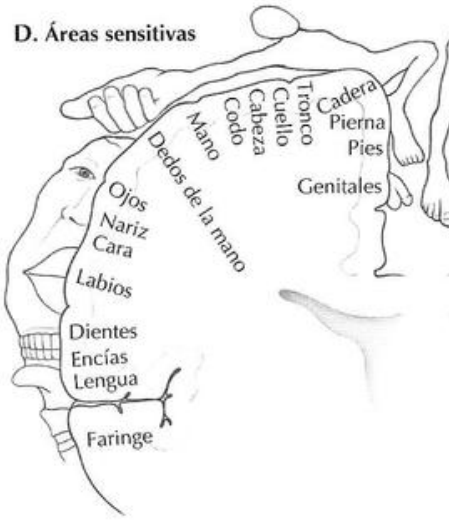


B. Visión lateral



C. Hemisferio cerebral

D. Áreas sensitivas



E. Áreas motoras

4 Conexiones corticales

La superficie circunvalada de los hemisferios cerebrales que contiene las neuronas corticales comprende la **sustancia gris,** que se sitúa por encima de la **sustancia blanca,** situada más profunda y que incluye las fibras de conexión que discurren desde las regiones encefálicas más profundas o las interconexiones que permiten la comunicación entre los dos hemisferios. Estas vías de conducción de fibras nerviosas se denominan sustancia blanca porque aparecen más blancas debido a la mielina que aísla la mayoría de estas fibras. Los principales tractos de sustancia blanca que forman estas conexiones incluyen:

- **Cuerpo calloso:** fibras comisurales que interconectan los dos hemisferios
- **Tractos de asociación:** conectan las regiones corticales del mismo hemisferio
- **Corona radiada:** conexiones bidireccionales entre la corteza y núcleos subcorticales y la médula espinal; se estrecha en la **cápsula interna** cuando pasa por el tálamo y los núcleos basales

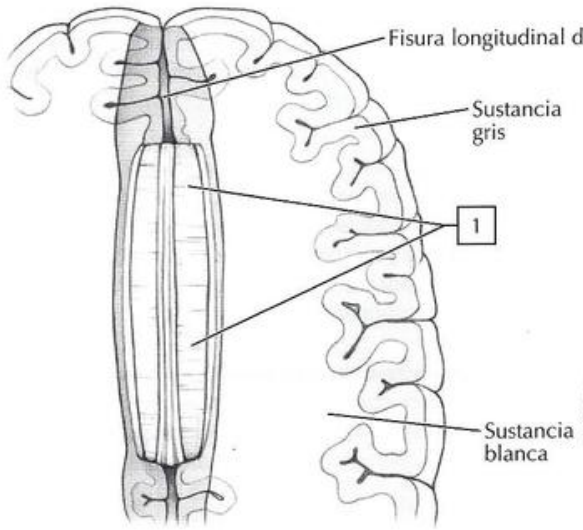
La principal vía de fibras nerviosas que interconecta los dos hemisferios se denomina **cuerpo calloso.** Estas fibras comisurales proporcionan una coordinación importante de la actividad funcional entre los dos hemisferios separados. Las fibras que interconectan los lóbulos frontal y occipital, en particular, se incurvan rostral y caudalmente después de cruzar la línea media. En esencia, el cuerpo calloso forma un techo sobre los núcleos subcorticales (*núcleo* en el SNC es un término usado para describir grupos de neuronas que colaboran en funciones similares).

Además, los **tractos de asociación** conectan las caras anterior y posterior de la corteza cerebral, y pueden existir como tractos muy largos que conectan las regiones del lóbulo frontal con los lóbulos occipitales o como tractos más cortos.

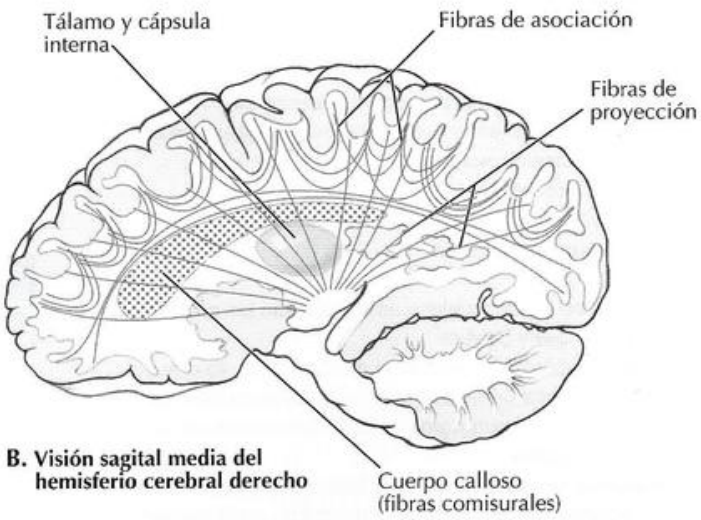
Finalmente, una tracto de fibras en forma de abanico de la sustancia blanca, denominado **corona radiada,** proporciona un sistema de proyección que «irradia» inferior y caudalmente desde la corteza y desciende entre el núcleo caudado y el tálamo medialmente y el putamen, que se encuentra lateral a esta proyección (en este punto la radiación se denomina **cápsula interna**). Los axones en este tracto de proyección ascienden y descienden desde áreas de la parte inferior del tronco de encéfalo y la médula espinal, proporcionando conexiones hacia y desde estas regiones a la corteza cerebral.

COLOREA las siguientes vías de conducción de fibras de la sustancia blanca, utilizando un color diferente para cada vía:

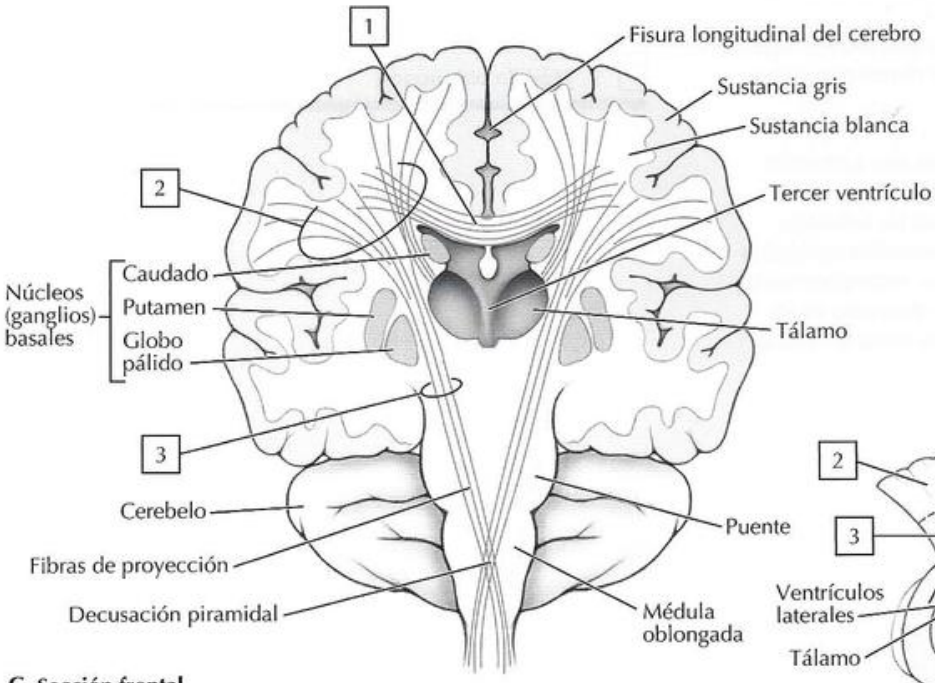
- ☐ **1. Cuerpo calloso**
- ☐ **2. Corona radiada**
- ☐ **3. Cápsula interna**



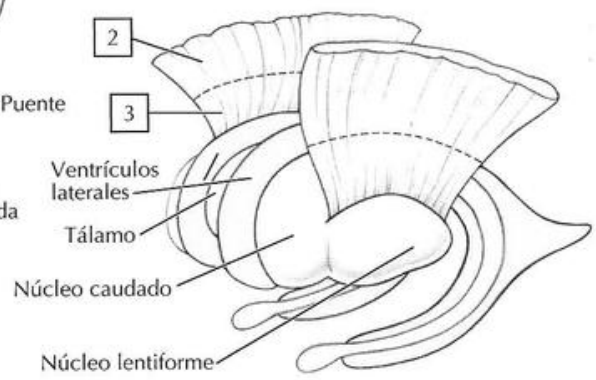
A. Anatomía del cuerpo calloso (visión horizontal)



B. Visión sagital media del hemisferio cerebral derecho



C. Sección frontal



D. Áreas subcorticales

4 Anatomía sagital media y basal del encéfalo

Muchas de las estructuras más profundas de la línea media del encéfalo son visibles si se observa el encéfalo en una sección sagital media entre los hemisferios cerebrales y a través del diencéfalo, mesencéfalo, puente, médula oblongada y porción superior de la médula espinal. Asimismo, las visiones basales del encéfalo y las visiones aisladas del tronco del encéfalo ayudan a delimitar las regiones individuales que componen el encéfalo por debajo del nivel del cerebro.

En primer lugar, observa el prominente cuerpo calloso, la conexión comisural entre los dos hemisferios cerebrales. Sus partes principales incluyen:

- **Rodilla:** porción anterior
- **Tronco:** en la sección media el más grande
- **Esplenio:** porción posterior

Justo debajo del cuerpo calloso se encuentran las estructuras del diencéfalo, que incluyen:

- **Tálamo:** el «secretario ejecutivo» de la corteza, ya que se conecta recíprocamente a la corteza y conduce información motora, sensitiva y autónoma desde el tronco del encéfalo y la médula espinal
- **Hipotálamo:** se sitúa debajo del tálamo y sus conexiones con la hipófisis reflejan su papel importante en la función neuroendocrina
- **Glándula pineal:** un órgano endocrino que secreta melatonina y es importante en la regulación de los ritmos circadianos (día-noche)

El **mesencéfalo** contiene tractos de fibras que ascienden y descienden a través del tálamo; también incluye:

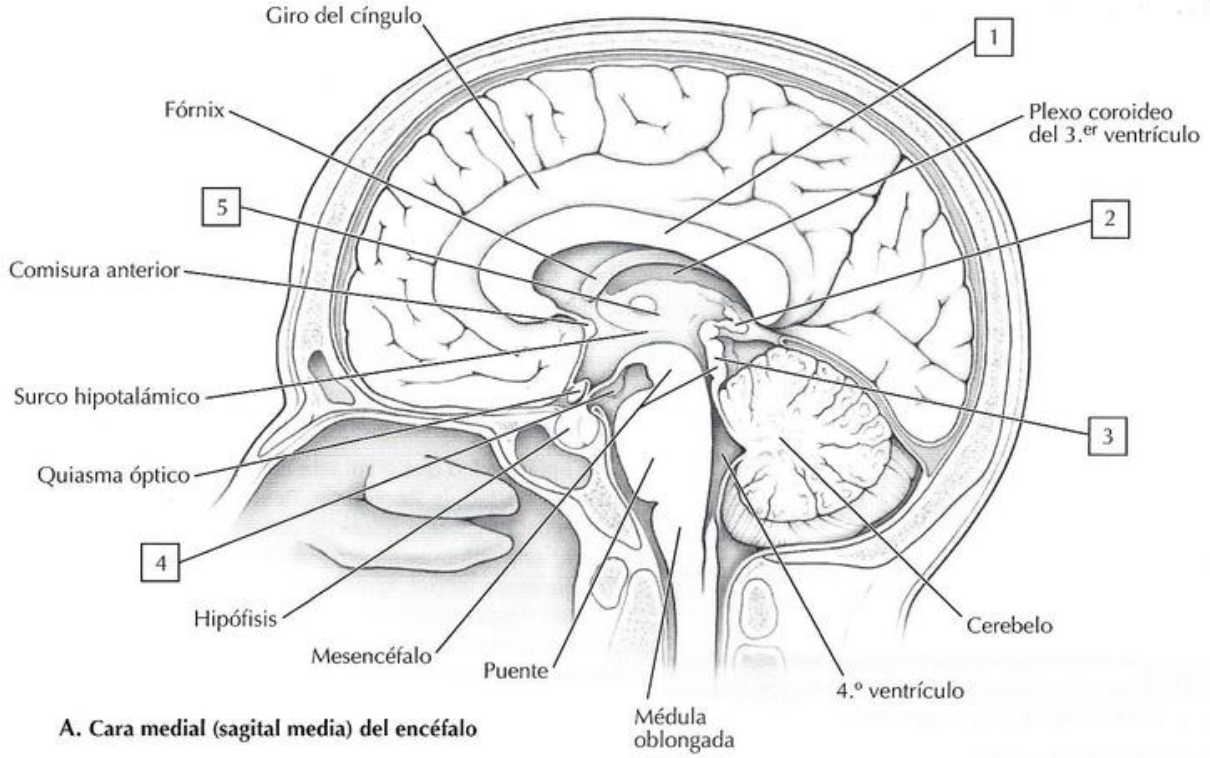
- **Colículos (colículo, «pequeña colina»):** los colículos superiores e inferiores son núcleos sensoriales asociados con reflejos visuales y reflejos auditivos, respectivamente
- **Pedúnculos cerebrales (pedúnculo, «pequeño pie»):** conducen fibras motoras descendentes hacia la médula espinal y conexiones para el cerebelo

El **puente** conecta literalmente el cerebelo con las otras partes del encéfalo y la médula espinal. Algunos tractos de fibras profundas conectan los centros superiores del encéfalo con la médula espinal, mientras que tractos más superficiales transmiten información entre la corteza y el cerebelo a través de los tres pedúnculos cerebelosos.

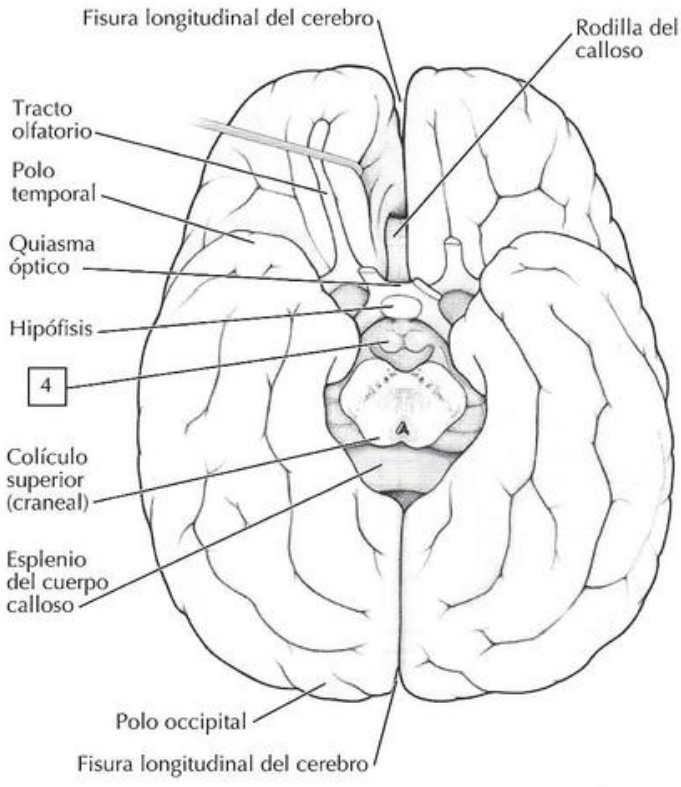
La **médula oblongada** une el tronco del encéfalo con la médula espinal, y todas las vías de fibras ascendentes y descendentes pasan a través de la médula oblongada y/o hacen sinapsis en núcleos sensitivos y motores dentro de esta región. En la médula oblongada también se localizan centros reguladores cardiopulmonares importantes.

COLOREA cada una de las siguientes características del diencéfalo, mesencéfalo, puente y médula oblongada, utilizando un color diferente para cada característica:

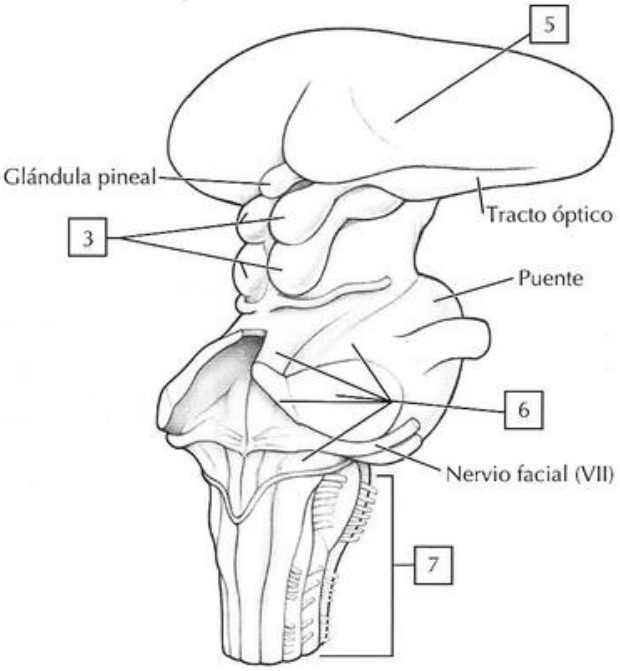
- ☐ **1. Cuerpo calloso**
- ☐ **2. Glándula pineal**
- ☐ **3. Colículos del mesencéfalo (superior e inferior)**
- ☐ **4. Cuerpos mamilares del hipotálamo**
- ☐ **5. Tálamo**
- ☐ **6. Pedúnculos cerebelosos (superior, medio e inferior)**
- ☐ **7. Médula oblongada**



A. Cara medial (sagital media) del encéfalo



B. Cara basal del encéfalo (se han extirpado el tronco del encéfalo y el cerebelo)



C. Visión posterolateral

4 Núcleos basales

Los núcleos basales (ganglios basales) proporcionan un control subconsciente del tono muscular esquelético y la coordinación de los movimientos aprendidos. Una vez que se inicia un movimiento voluntario cortical, el ritmo natural y los patrones que damos por sentado al caminar o para alcanzar objetos son controlados inconscientemente por los núcleos basales. Además, inhiben los movimientos innecesarios. Las interconexiones de los núcleos basales son complejas, implican vías excitatorias e inhibitorias, y utilizan múltiples transmisores (dopamina, glutamato, GABA, ACh y 5HT; se resumen en el esquema siguiente). Aunque probablemente no es importante memorizar este esquema, sirve para ilustrar la complejidad de las interconexiones en esta red.

Los núcleos (ganglios) basales incluyen:

- **Núcleo caudado:** descriptivamente, tiene una gran cabeza y una delgada cola, que se arquea sobre el diencéfalo
- **Putamen:** el putamen y el globo pálido juntos forman el **núcleo lentiforme** (lenticular)
- **Globo pálido:** el putamen y el globo pálido forman el núcleo lentiforme

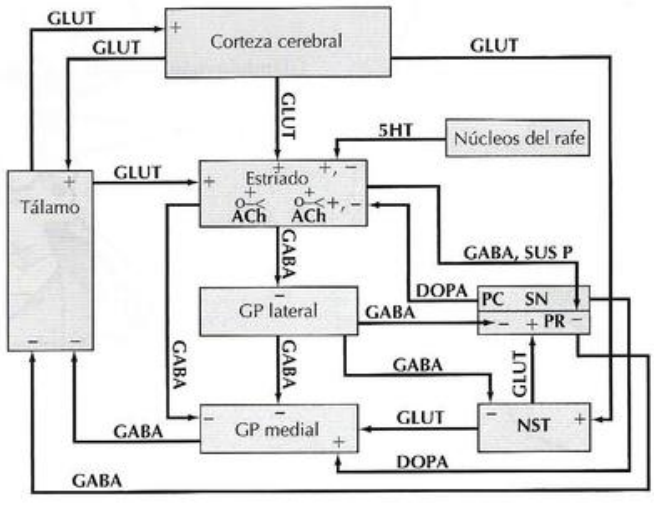
COLOREA los núcleos asociados con los núcleos basales, utilizando un color diferente para cada núcleo:

- ☐ **1. Caudado (cabeza y cola)**
- ☐ **2. Putamen**
- ☐ **3. Globo pálido**
- ☐ **4. Núcleo lentiforme**

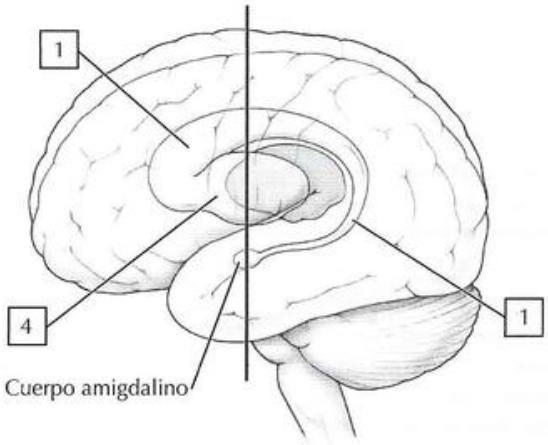
Nota clínica:

Los trastornos que afectan a los núcleos basales implican defectos que provocan o exceso de movimiento o movimiento insuficiente. La **enfermedad de Huntington** causa una pérdida hereditaria de los núcleos basales y neuronas corticales que conduce a un estado hiperactivo de los movimientos involuntarios. Los movimientos bruscos de esta enfermedad casi se asemejan a un bailarín fuera de control, y el término **corea** («baile») caracteriza muy bien esta condición fatal. En sus últimas etapas, es frecuente el deterioro mental.

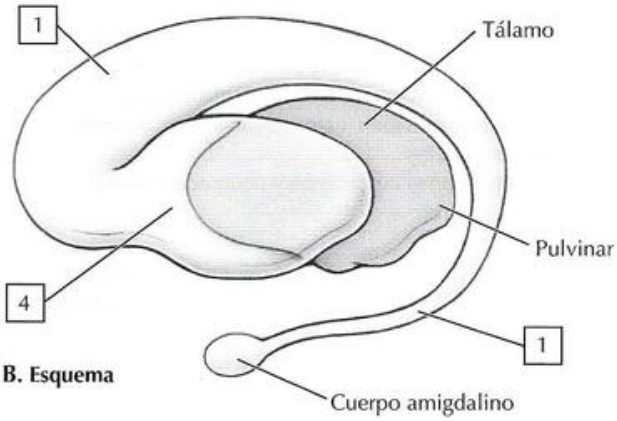
Una enfermedad que contrasta con la corea de Huntington es la **enfermedad de Parkinson.** Resultado de la degeneración de las neuronas secretoras de dopamina de la sustancia negra, esta enfermedad progresiva provoca bradicinesia (movimientos lentos), temblores musculares rítmicos en reposo, rigidez muscular, postura encorvada, un rostro enmascarado o sin expresión, y una marcha arrastrando los pies (marcha de pantuflas).



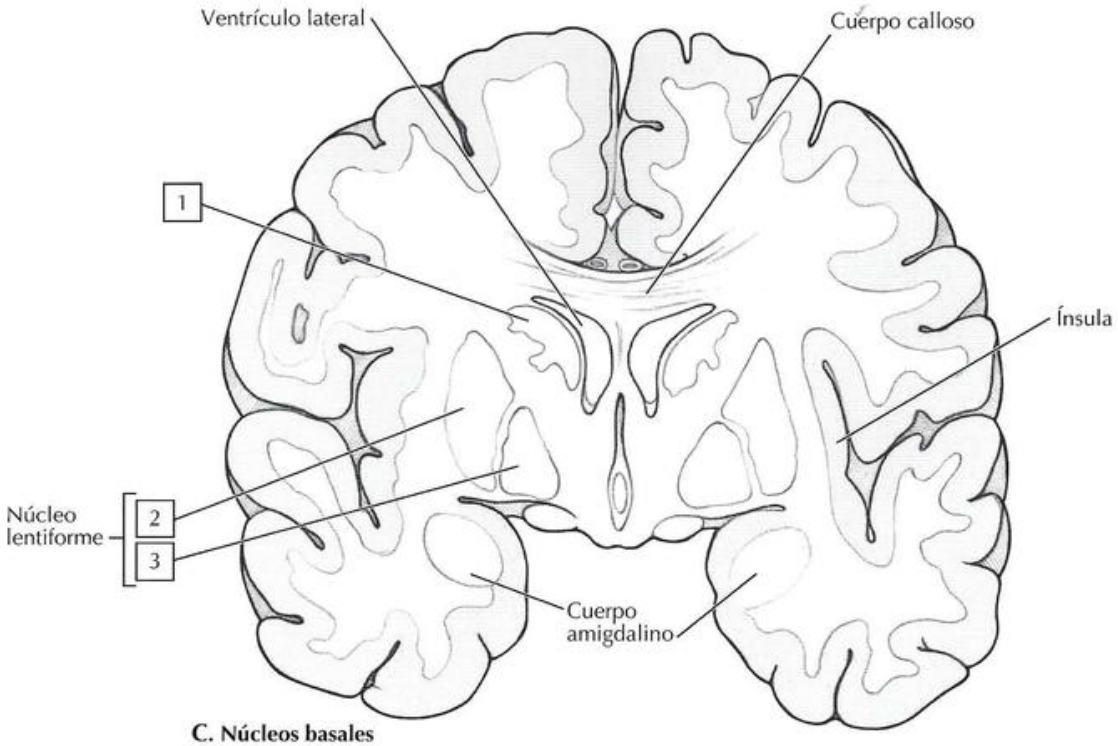
SN = sustancia negra
NST = núcleo subtalámico
GLUT = glutamato
GABA = ácido gamma aminobutírico
DOPA = dopamina
5HT = 5-hidroxitriptamina (serotonina)
PC = porción compacta
PR = porción reticular
ACh = acetilcolina
GP = globo pálido
SUS P = sustancia P



A. Nivel de sección de la imagen C



B. Esquema



C. Núcleos basales

4 Sistema límbico

El sistema límbico es un grupo funcional de estructuras que forman un anillo («limbo») alrededor del diencéfalo. El sistema límbico participa en comportamientos emocionales (miedo, rabia, placer y excitación sexual) y en la interpretación de los estímulos internos y externos (que unen funciones conscientes con funciones autónomas y aspectos de la memoria y su recuperación). Los componentes estructurales del sistema límbico (la clasificación de las estructuras que forman parte del sistema o simplemente se comunican con él varía) suelen incluir:

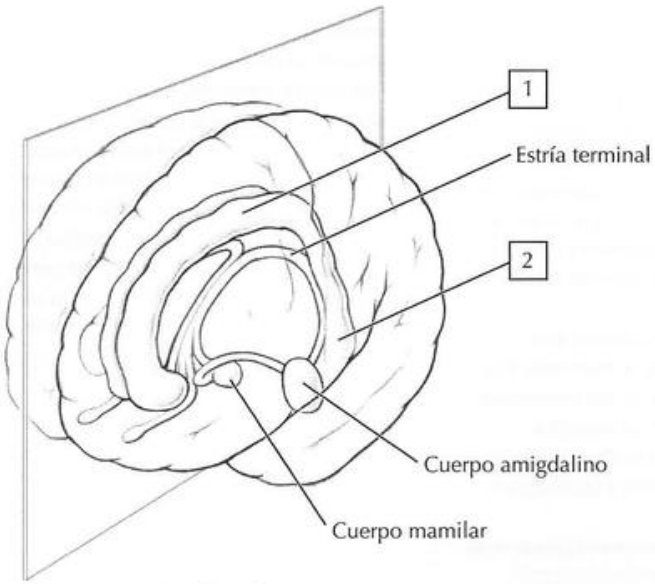
- Giro cingular
- Giro parahipocampal
- Hipocampo (memoria)
- Cuerpo amigdalino (amígdala) (y su proyección axonal denominada estría terminal, que se proyecta hacia el hipotálamo y las estructuras telencefálicas basales)
- Núcleos septales: se sitúan justo rostrales al hipocampo; regulan las emociones
- Hipotálamo (funciones autónomas y neuroendocrinas)
- Área olfatoria (olfato)

El sistema límbico forma extensas conexiones con regiones corticales y del tronco del encéfalo, lo que permite una amplia integración de los estímulos, los estados emocionales y las conductas conscientes vinculadas a estos estímulos y emociones.

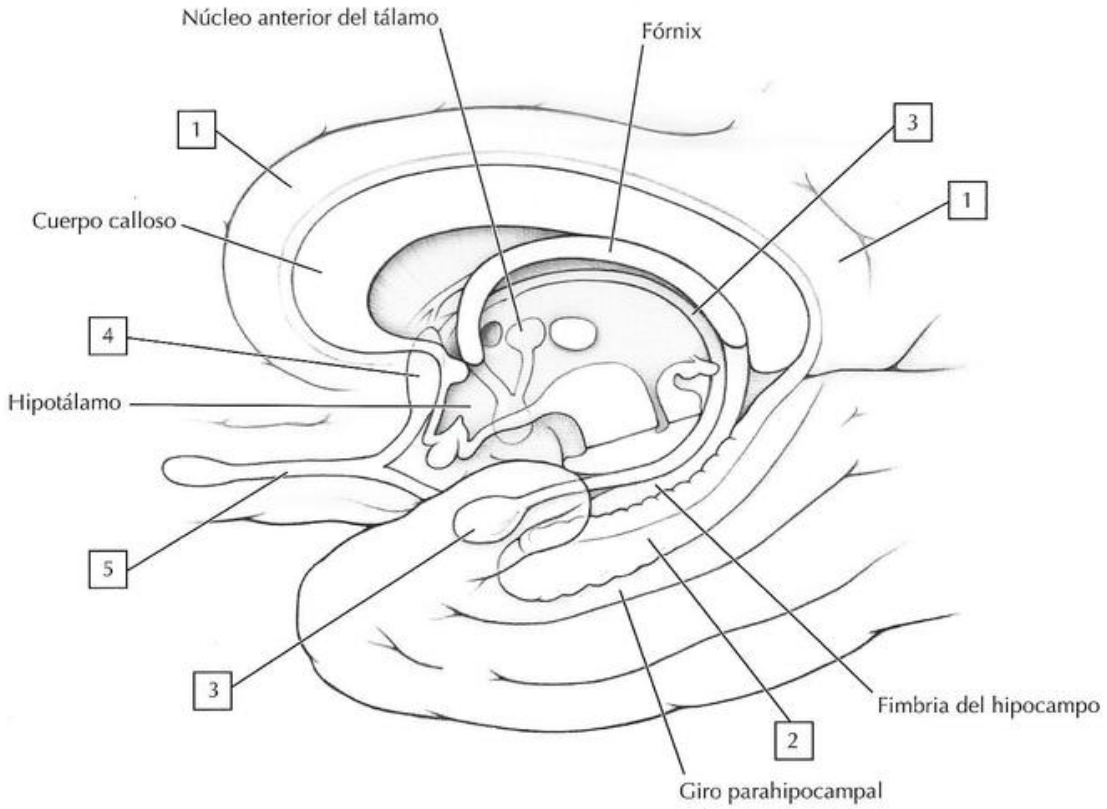
COLOREA las siguientes estructuras asociadas con el sistema límbico, utilizando un color diferente para cada estructura:

- ☐ **1. Giro cingular**
- ☐ **2. Hipocampo**
- ☐ **3. Cuerpo amigdalino y estría terminal**
- ☐ **4. Núcleos septales**
- ☐ **5. Tracto olfatorio**

Nota clínica:
El **hipotálamo,** como centro de funcionamiento neuroendocrino y autónomo, y como centro de procesamiento de olores y emociones junto con otras estructuras límbicas, desempeña un papel clave en las **enfermedades psicosomáticas.** El estrés y las emociones que le acompañan pueden desencadenar reacciones viscerales autónomas que son el sello de enfermedades psicosomáticas, o inducidas por emociones.



A. Esquema anterolateral



B. Estructuras límbicas prosencefálicas (visión lateral)

4 Hipocampo

El hipocampo se extiende desde el cuerpo amigdalino y se arquea hacia arriba y hacia delante hasta el diencéfalo en estrecha asociación con el giro dentado. Su apariencia se asemeja a un caballito de mar (en las secciones coronales), que es lo que el término hipocampo significa realmente. Ocupa una parte de la porción medial del lóbulo temporal, situándose justo medial al asta temporal del ventrículo lateral. El tracto de fibras eferentes del hipocampo es el **fórnix,** que se arquea hacia delante bajo el cuerpo calloso y hacia los cuerpos mamilares del hipotálamo, donde terminan muchas de sus fibras. La formación del hipocampo (giro dentado, hipocampo propiamente dicho y subículo) tiene muchas interconexiones con el sistema límbico y áreas de asociación corticales.

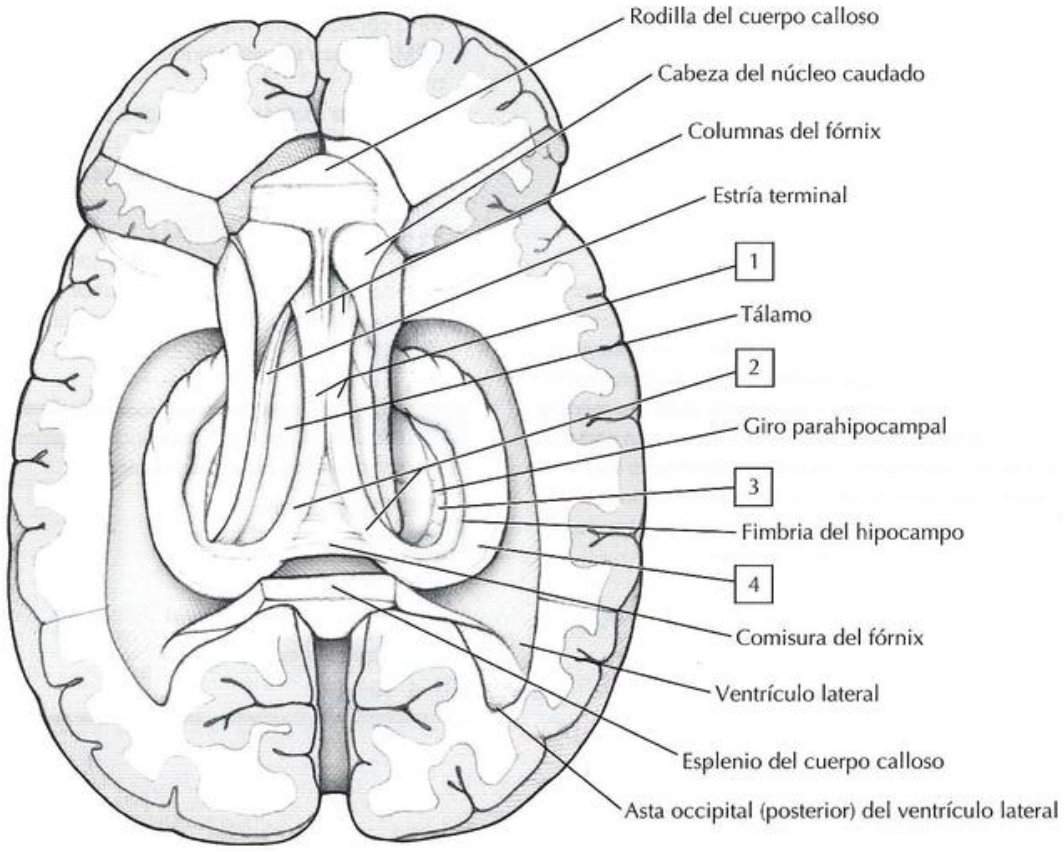
Funcionalmente, el hipocampo y el cuerpo amigdalino son importantes en la consolidación y el acceso de la memoria. Por otra parte, el hipocampo desempeña un papel en las relaciones espaciales, mientras que el cuerpo amigdalino se asocia a una variedad de recuerdos sensoriales y los vincula a nuestras respuestas emocionales, especialmente el miedo y la aversión.

COLOREA las siguientes estructuras asociadas con la formación del hipocampo, utilizando un color diferente para cada estructura:

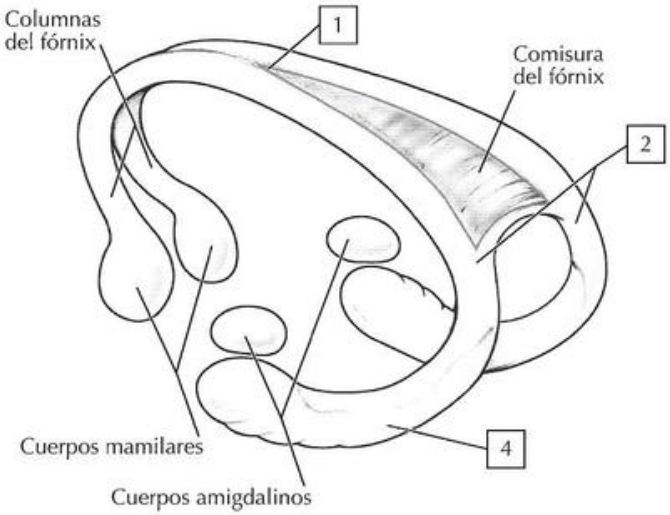
- ☐ **1. Cuerpo del fórnix**
- ☐ **2. Pilares del fórnix**
- ☐ **3. Giro dentado**
- ☐ **4. Hipocampo**

Nota clínica:

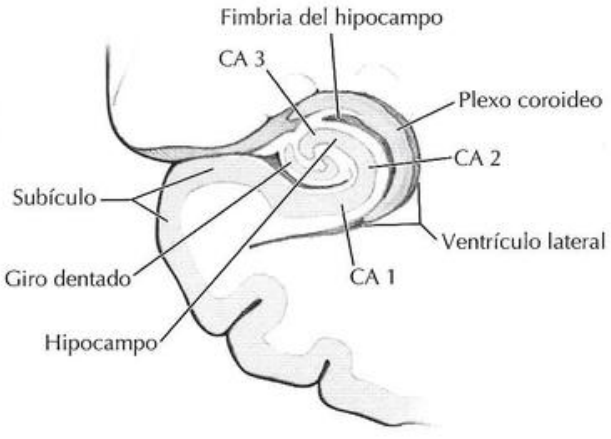
La **enfermedad de Alzheimer** es una causa común de demencia en los ancianos y se caracteriza por la degeneración progresiva de las neuronas, especialmente evidente en los lóbulos frontal, temporal y parietal. La degeneración neuronal conduce a la atrofia del cerebro, que provoca el estrechamiento de los giros cerebrales y el ensanchamiento de los surcos de la corteza. La presencia de ovillos neurofibrilares (agregados filamentosos en el citoplasma de neuronas) es común en la corteza, el hipocampo, el telencéfalo basal y algunas regiones del tronco del encéfalo. La pérdida de memoria y las alteraciones cognitivas conducen a la pérdida progresiva de la orientación, el lenguaje y otras funciones corticales superiores.



A. Disección de la formación hipocampal y fórnix



B. Reconstrucción 3D del fórnix



C. Formación hipocampal en sección coronal

4 Tálamo

El tálamo («habitación interior») derecho y el izquierdo están separados por el 3.er ventrículo y forman la mayor parte del diencéfalo (alrededor del 80%). Los núcleos del tálamo se consolidan en una masa ovoidal y se dividen en tres grupos principales:

- Anterior
- Medial
- Lateral

La ubicación central del tálamo es representativa de su importancia; esencialmente, no hay información sensitiva/sensorial, excepto la información olfatoria, que pasa a las regiones corticales superiores sin hacer sinapsis en el tálamo. Así, el tálamo se ha caracterizado como el **«secretario ejecutivo»** del encéfalo, ya que ordena y edita la información. La información sensitiva, motora y autónoma desde la médula espinal y el tronco del encéfalo es conducida hacia la corteza a través del tálamo. Asimismo, los núcleos talámicos están recíprocamente interconectados con la corteza. Un tracto de sustancia blanca, las láminas medulares, corre a través del tálamo y transmite información a la corteza.

Las entradas que pasan por el tálamo en su camino hacia la corteza cerebral incluyen aquellas que:

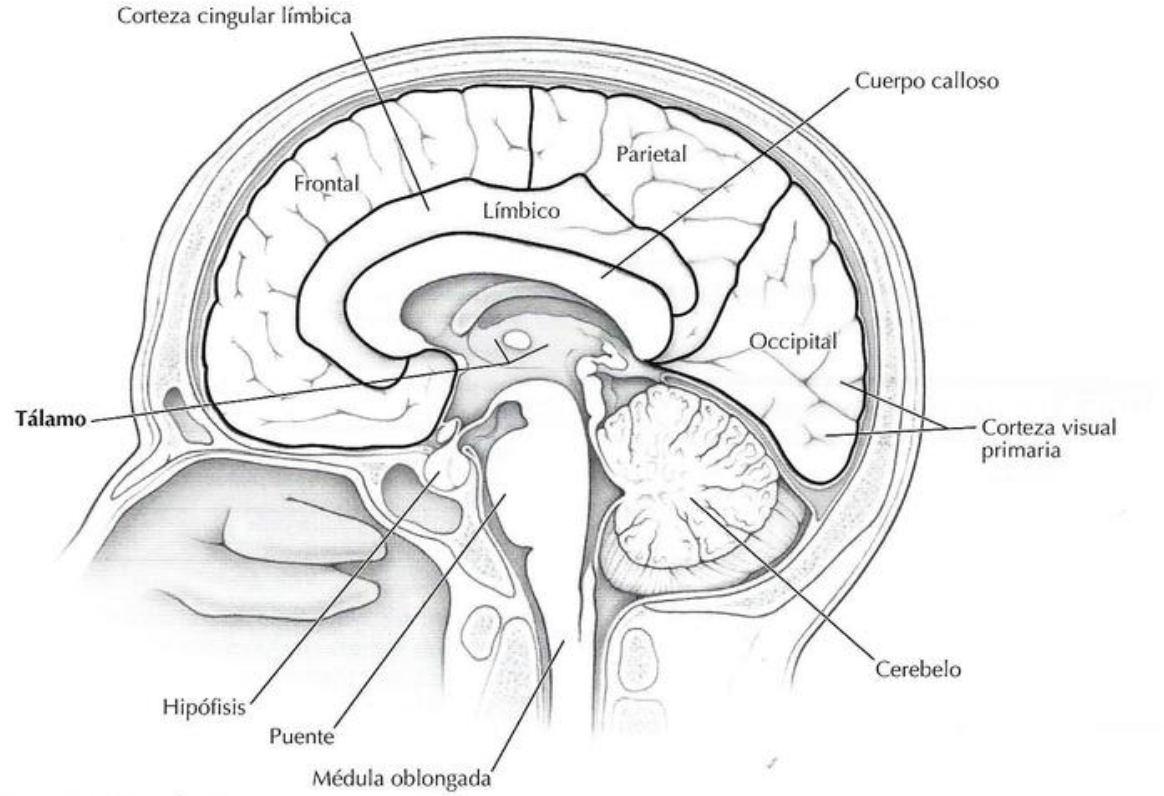
- Regulan las emociones y las funciones viscerales desde el hipotálamo
- Dirigen la actividad motora desde el cerebelo y los núcleos basales
- Integran la función sensitiva
- Transmiten la información visual y auditiva
- Participan en las funciones autónomas y límbicas relacionadas

En general, los núcleos talámicos se proyectan a las siguientes áreas corticales (muchas de estas conexiones son recíprocas):

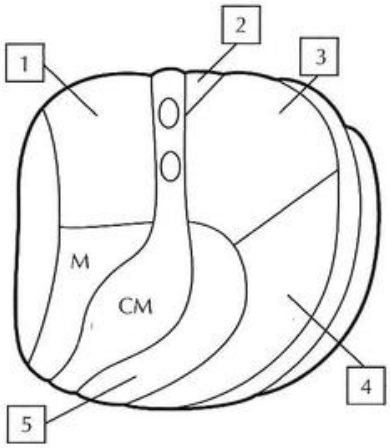
- **VPL:** corteza sensitiva primaria (giro poscentral)
- **VPM:** corteza sensitiva primaria y corteza somestésica primaria
- **VL:** corteza motora primaria (giro precentral)
- **VI:** corteza motora primaria (giro precentral)
- **VA:** corteza premotora y motora suplementaria
- **Anterior:** giro cingular
- **DL:** giro cingular y precuña
- **LP:** precuña y lóbulo parietal superior
- **MD:** corteza prefrontal y lóbulo frontal
- **Pulvinar:** áreas de asociación de los lóbulos parietal, temporal y occipital

COLOREA los siguientes núcleos talámicos, utilizando un color diferente para cada núcleo:

- ☐ **1. Mediodorsal**
- ☐ **2. Pulvinar**
- ☐ **3. Lateral posterior**
- ☐ **4. Ventral posterolateral**
- ☐ **5. Ventral posteromedial**
- ☐ **6. Anterior**



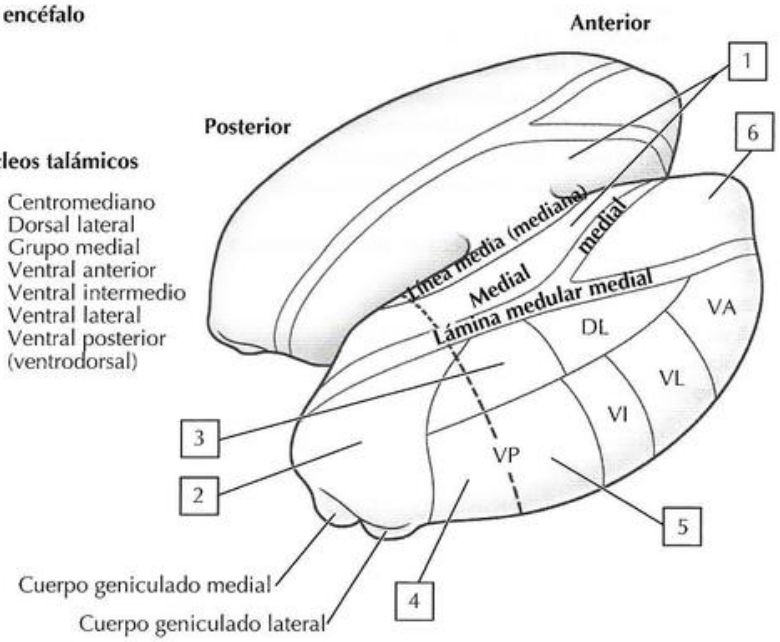
A. Localización central del tálamo en el encéfalo



Núcleos talámicos

CM Centromediano
DL Dorsal lateral
M Grupo medial
VA Ventral anterior
VI Ventral intermedio
VL Ventral lateral
VP Ventral posterior (ventrodorsal)

B. Sección esquemática a través del tálamo (a nivel de la línea discontinua que se muestra en la figura de la derecha)



C. Representación esquemática del tálamo (se han extirpado los núcleos reticulares y la lámina medular lateral)

4 Hipotálamo

El hipotálamo se sitúa por debajo del tálamo y el 3.er ventrículo y comprende la mayor parte del resto del diencéfalo, fuera del tálamo y el pequeño epitálamo (glándula pineal). Los núcleos hipotalámicos se agrupan en tres regiones:

- **Anterior:** por encima del quiasma óptico
- **Tuberal:** por encima del tuber cinereum (conduce hacia el tallo hipofisario y la hipófisis)
- **Posterior:** región que incluye los cuerpos mamilares y por encima de ellos

Además, cada lado del hipotálamo se divide en zonas medial y lateral, lo que forma seis regiones en cada lado. Hay siete núcleos principales del hipotálamo.

COLOREA cada uno de los principales núcleos hipotalámicos, utilizando un color diferente para cada núcleo:

- ☐ **1. Paraventricular**
- ☐ **2. Posterior**
- ☐ **3. Dorsomedial**
- ☐ **4. Supraóptico**
- ☐ **5. Ventromedial**
- ☐ **6. Arqueado (infundibular)**
- ☐ **7. Mamilares**

Funcionalmente, el hipotálamo es muy importante en el control visceral y la homeostasis y posee extensas conexiones con otras regiones del encéfalo (núcleos septales, hipocampo, cuerpo amigdalino, tronco del encéfalo y médula espinal). En concreto, sus principales funciones son:

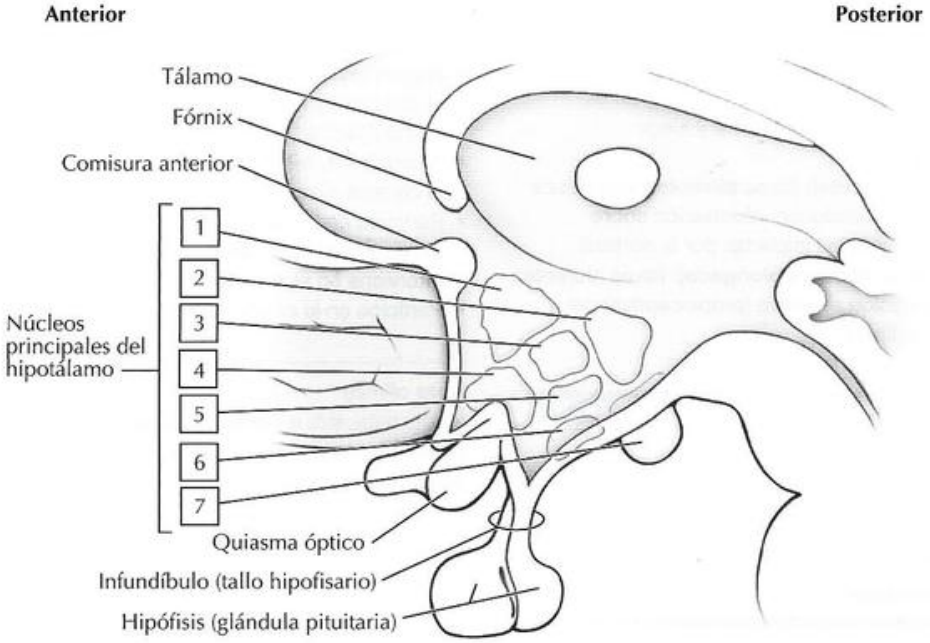
- Regulación del sistema nervioso autónomo (frecuencia cardíaca, presión arterial, respiración y digestión)
- Expresión y regulación de las respuestas emocionales
- Balance hídrico y sed
- Sueño y vigilia relacionadas con nuestros ciclos biológicos diarios
- Regulación de la temperatura
- Ingesta de alimentos y regulación del apetito
- Reproducción y comportamiento sexual
- Control endocrino

FUNCIONES PRINCIPALES DEL HIPOTÁLAMO

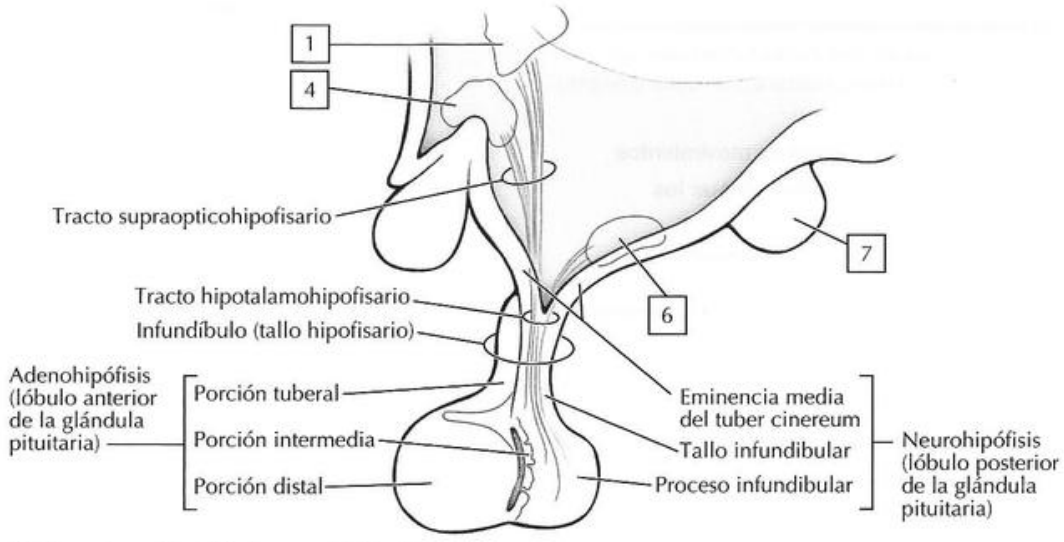
ÁREA HIPOTALÁMICA	FUNCIONES PRINCIPALES*
Preóptica y anterior	Centro de pérdida de calor: vasodilatación cutánea y sudoración
Posterior	Centro de conservación de calor: vasoconstricción cutánea y escalofríos
Lateral	Centro de la ingesta y apetito: conducta alimentaria
Ventromedial	Centro de la saciedad: inhibe la conducta alimentaria
Supraóptica (órganos subfornical y vascular)	Secreción de ADH† y oxitocina
Paraventricular	Secreción de ADH† y oxitocina
Periventricular	Secreción de hormonas liberadoras de la adenohipófisis

*La estimulación del centro provoca las respuestas enumeradas.
†ADH, hormona antidiurética (vasopresina).

Nota clínica:
Debido a que el hipotálamo tiene efectos reguladores de gran importancia sobre tantas funciones, el deterioro de esta región encefálica puede tener consecuencias significativas. Entre los trastornos se pueden incluir desequilibrio emocional, disfunción sexual, obesidad, trastornos del sueño, pérdida de masa corporal, deshidratación y alteraciones de la temperatura, por nombrar unos pocos.



A. Visión lateral del hipotálamo y sus principales núcleos



B. Conexiones hipotalámicas con la hipófisis

4 Cerebelo

El cerebelo se compone de dos hemisferios, conectados en el centro por el **vermis,** con la sustancia gris (neuronas) en la superficie, como la corteza cerebral. Los núcleos profundos también están incluidos en la sustancia blanca, que forma un patrón arborescente cuando se ve en una sección macroscópica. El cerebelo se superpone al puente y la médula oblongada y está conectado con el diencéfalo y el tronco del encéfalo por tres pedúnculos cerebelosos:

- **Superior (conecta con el diencéfalo):** fibras aferentes y eferentes, con conexiones con el tálamo y luego con la corteza motora cerebral
- **Medio (conecta con el puente):** fibras aferentes sólo desde el puente al cerebelo que conducen información sobre actividades motoras voluntarias iniciadas por la corteza
- **Inferior (conecta con la médula oblongada):** fibras aferentes y eferentes, con información sensitiva (propioceptiva) del cuerpo y el sistema vestibular

COLOREA cada uno de los tres lóbulos cerebelosos anatómicos (sólo en el lado derecho), utilizando un color diferente para cada lóbulo:

- ☐ **1. Lóbulo anterior**
- ☐ **2. Lóbulo posterior**
- ☐ **3. Lóbulo floculonodular**

Funcionalmente, el cerebelo se organiza de forma vertical, de manera que cada hemisferio contiene tres zonas funcionales.

COLOREA cada una de las tres zonas funcionales del cerebelo (sólo en el lado izquierdo), utilizando un color diferente para cada zona:

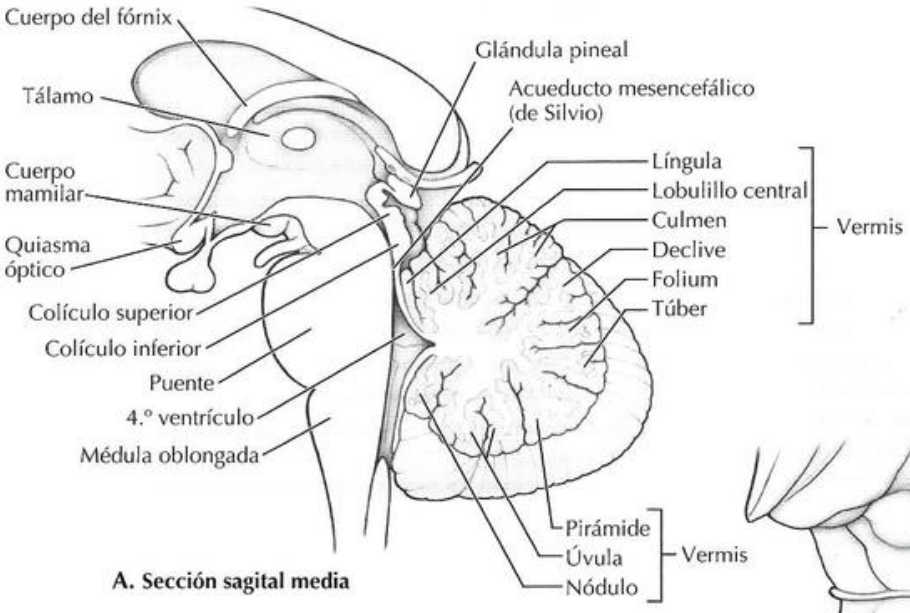
- ☐ **4. Hemisferio lateral: planificación de movimientos**
- ☐ **5. Zona del paravermis (intermedia): ajustar los movimientos de los miembros**
- ☐ **6. Vermis (en la línea media): ajustes posturales y movimientos oculares**

Cada una de estas divisiones funcionales se asocia con núcleos profundos específicos.

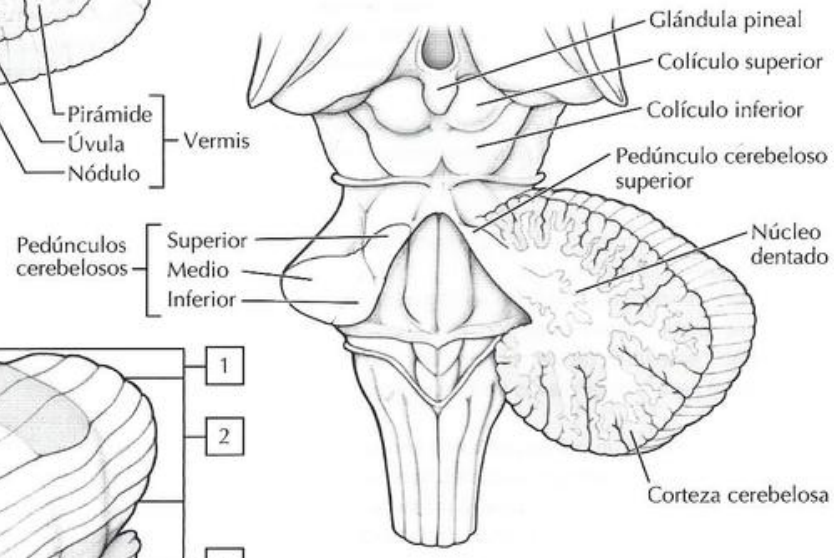
Funcionalmente, los núcleos profundos del cerebelo proporcionan el ajuste de la marcha, sobre la cual se coloca el ajuste más fino proporcionado por la corteza cerebelosa. Generalmente, el cerebelo funciona de manera que:

- Regula los músculos posturales del cuerpo para mantener el equilibrio y movimientos estereotipados asociados con la marcha
- Ajusta los movimientos de los miembros iniciados por la corteza motora cerebral
- Participa en la planificación y programación de los movimientos voluntarios, aprendidos, especializados
- Interviene en el movimiento de los ojos
- Participa en la cognición

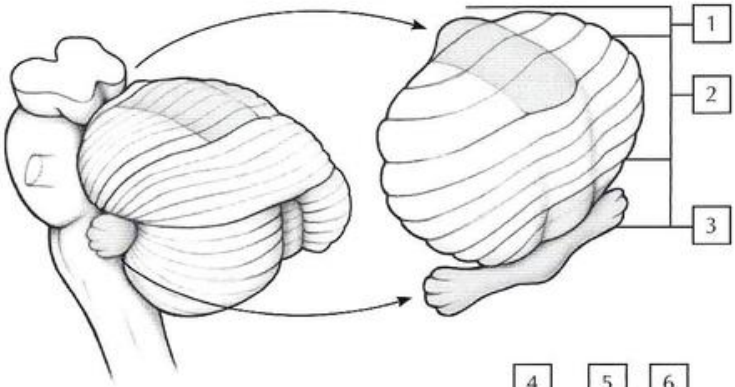
Nota clínica:
La desnutrición, a menudo asociada con el alcoholismo crónico, puede conducir a la degeneración de la corteza cerebelosa, comenzando a menudo anteriormente **(síndrome del lóbulo anterior).** Puede aparecer una marcha descoordinada o bamboleante, lo que se conoce como ataxia. Los daños en el hemisferio lateral causan ataxia en los miembros superiores e inferiores y también pueden afectar al habla. El nódulo del lóbulo floculonodular recubre el cuarto ventrículo, donde tumores denominados **meduloblastomas** que surgen desde el techo del ventrículo pueden incidir sobre el nódulo y afectar al equilibrio, a veces acompañado de problemas asociados con los movimientos oculares.



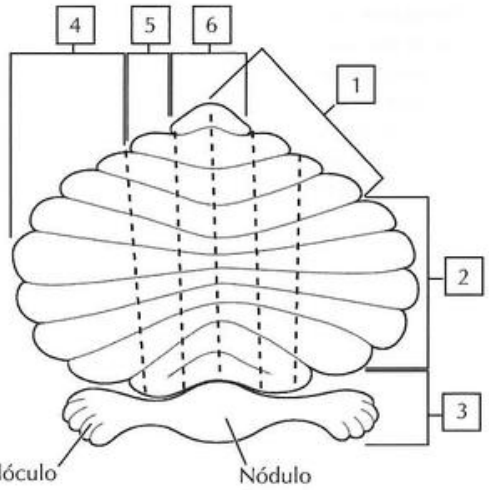
A. Sección sagital media



B. Visión posterior



C. Esquema de un teórico «despliegue» de la superficie cerebelosa derivado del esquema situado inferiormente



D. Esquema del cerebelo «desplegado» que muestra el mapa de áreas corporales

4 Médula espinal I

La médula espinal es una continuación directa de la médula oblongada, que se extiende por debajo del agujero magno en la base del cráneo y pasa por el conducto vertebral formado por las vértebras articuladas.

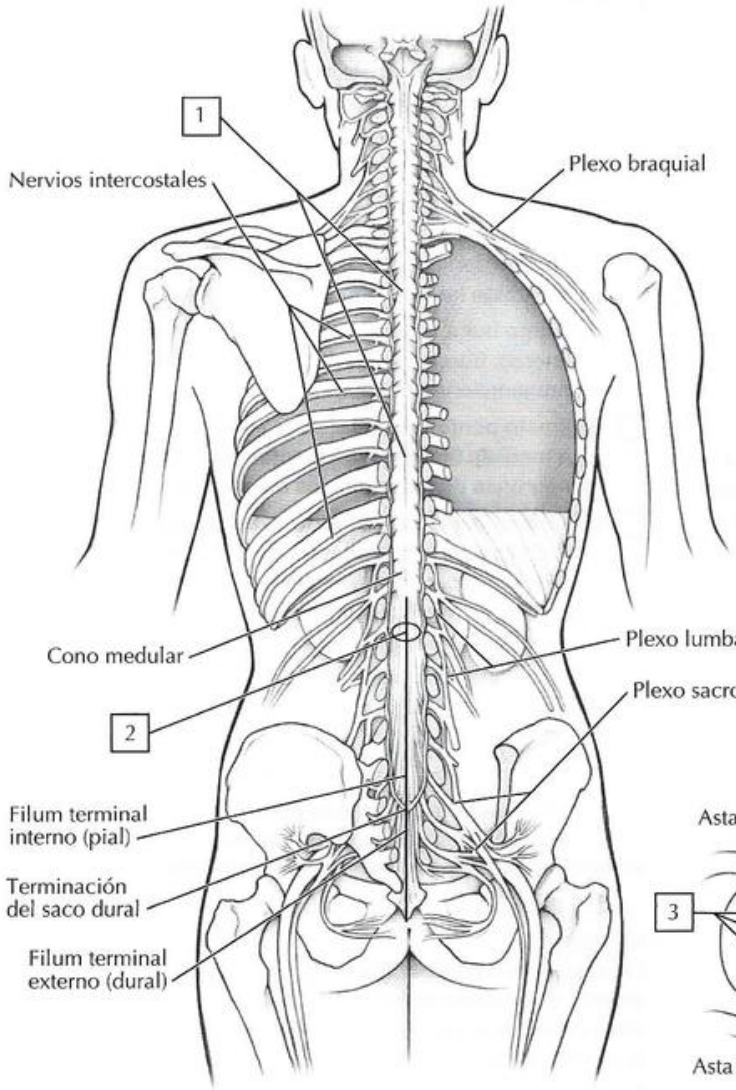
La médula espinal tiene un diámetro ligeramente mayor en las regiones cervical y lumbar, debido en gran medida al aumento de la presencia de neuronas y axones en estas regiones en relación con la inervación de la gran cantidad de músculos de los miembros superiores e inferiores. La médula espinal termina en una región cónica denominada **cono medular,** que se sitúa en torno al nivel de las vértebras L1-L2. Inferior a este punto, los filetes radiculares (raicillas) nerviosos discurren hacia sus respectivos niveles y forman un haz denominado **cola de caballo,** porque se asemeja a la cola de este animal. La médula espinal está anclada inferiormente por el filum terminal, que está unido al cóccix. Las características de la médula espinal incluyen:

- 31 pares de nervios espinales (8 pares cervicales, 12 pares torácicos, 5 pares lumbares, 5 pares sacros y 1 par coccígeo)
- Cada nervio espinal está formado por raíces posterior (dorsal) y anterior (ventral)
- Las neuronas motoras residen en la sustancia gris de la médula espinal (asta anterior)
- Las neuronas sensitivas residen en el ganglio sensitivo del nervio espinal en la raíz posterior
- Los ramos anteriores de los nervios espinales a menudo convergen para formar plexos (red de axones de los nervios)

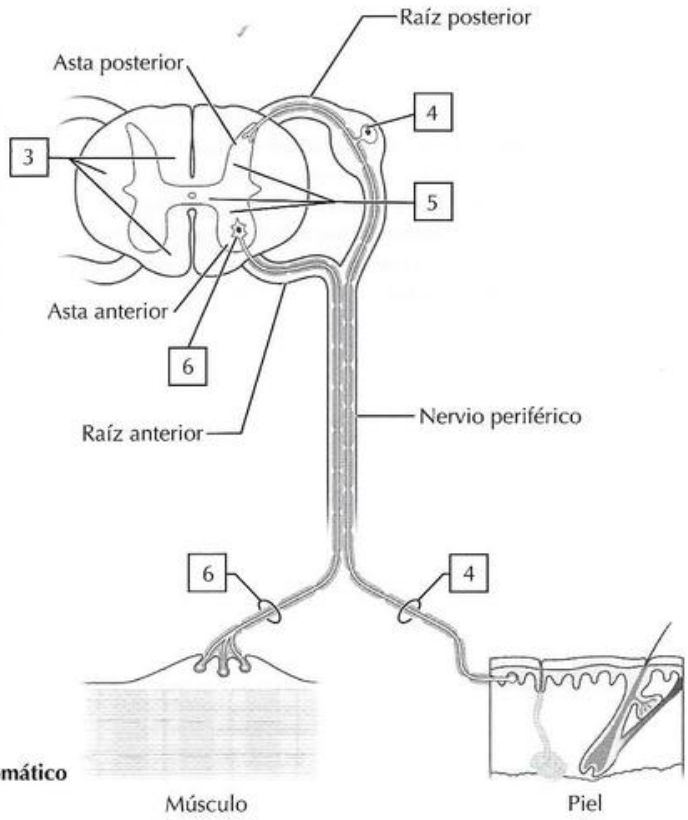
El esquema típico de un nervio periférico somático (inerva la piel y el músculo esquelético) muestra una neurona motora en el asta anterior de la médula espinal (sustancia gris) enviando un axón mielinizado a través de una raíz anterior y dentro de un nervio periférico que termina en una unión neuromuscular, en un músculo esquelético. Asimismo, una terminación nerviosa en la piel envía un axón sensitivo hacia la médula espinal a través de un nervio periférico. Así, cada nervio periférico contiene cientos o miles de axones motores y sensitivos somáticos. La neurona sensitiva es una neurona seudomonopolar que reside en un ganglio sensitivo del nervio espinal en la raíz posterior (un ganglio en la periferia es un cúmulo de neuronas, al igual que un núcleo en el encéfalo) y envía su axón central hacia el asta posterior (sustancia gris) de la médula espinal. En cada nivel de la médula espinal, la sustancia gris es visible como un conjunto central de neuronas en forma de mariposa, que muestran un asta posterior y un asta anterior.

COLOREA los siguientes componentes de la médula espinal, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Médula espinal**
- ☐ **2. Cola de caballo: conjunto de raíces nerviosas inferiores de la médula espinal**
- ☐ **3. Sustancia blanca de la médula espinal, como se ve en la sección transversal: tractos de fibras ascendentes y descendentes**
- ☐ **4. Axón sensitivo y su neurona seudomonopolar (en el ganglio sensitivo del nervio espinal)**
- ☐ **5. Sustancia gris central de la médula espinal (como se ve en la sección transversal)**
- ☐ **6. Neurona motora y su axón para un músculo esquelético**



A. Médula espinal y nervios espinales in situ



B. Nervio somático

4 Médula espinal II

La sustancia gris de la corteza cerebral se sitúa en la superficie del cerebro, mientras que en la médula espinal la sustancia gris y sus neuronas asociadas se encuentran en el centro de la médula, donde forman una región en forma de mariposa o de H, que se puede discernir de la sustancia blanca que la rodea. Los niveles de la médula espinal relacionados con la inervación de los miembros poseen una mayor cantidad de sustancia gris (niveles C5-T1 y L1-S4, correspondientes a los plexos braquial y lumbosacro, respectivamente). La sustancia gris está dividida en un **asta posterior,** que recibe axones sensitivos desde la periferia, y un **asta anterior,** donde los axones eferentes salen de la médula para entrar en un nervio espinal. Entre los niveles de la médula espinal T1 y L2, se encuentra un asta o columna celular lateral para las neuronas preganglionares simpáticas del SNA.

La sustancia blanca de la médula disminuye a medida que se continúa inferiormente de rostral a caudal. La sustancia blanca se divide en cordones posteriores, laterales y anteriores que contienen múltiples tractos de fibras. En general, estos tractos incluyen:

- **Cordón posterior (dorsal):** vías ascendentes que, en general, conducen propiocepción (posición muscular y articular), tacto y discriminación táctil (discriminación del tamaño y forma) del miembro inferior (fascículo grácil) y el miembro superior (fascículo cuneiforme)
- **Cordón lateral:** vías ascendentes que conducen propiocepción, dolor, temperatura y sensaciones táctiles hacia los centros superiores, y transportan vías descendentes relacionadas con los movimientos especializados e información autónoma para neuronas preganglionares
- **Cordón anterior:** algunas vías ascendentes que conducen dolor, temperatura y tacto, y vías descendentes que transmiten información que facilita o inhibe los músculos flexores y extensores; movimientos reflejos que controlan el tono, la postura y movimientos de la cabeza; y algunos movimientos especializados

COLOREA los siguientes tractos de la sustancia blanca, utilizando un color diferente para cada tracto:

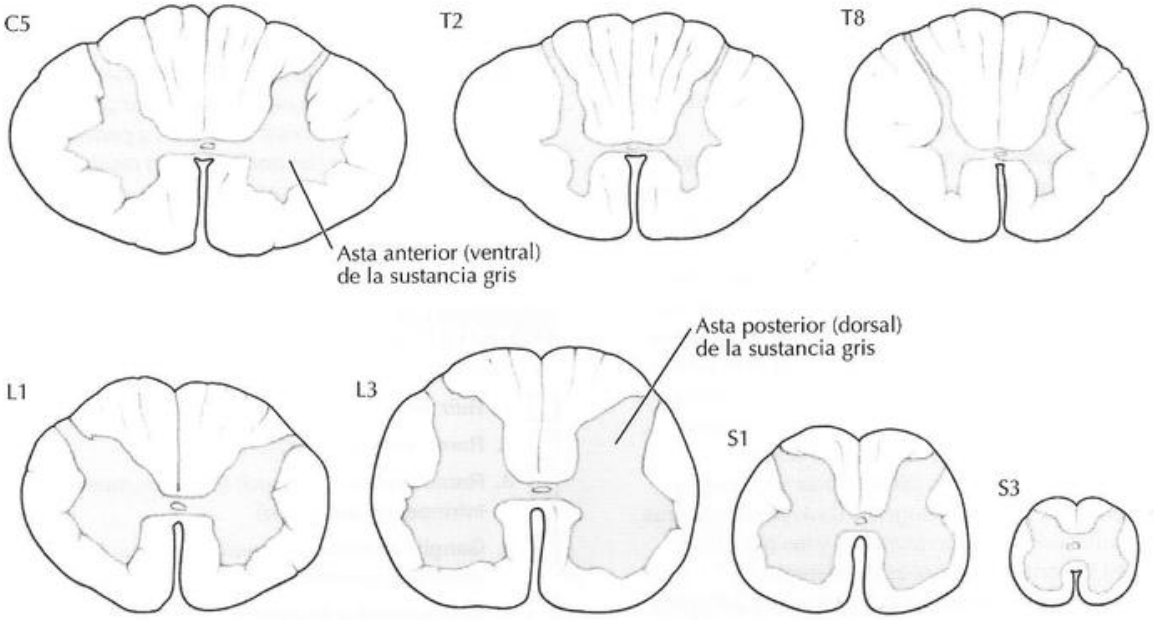
1. ☐ **Cordón posterior (fascículo cuneiforme y fascículo grácil): fibras ascendentes que conducen propiocepción, tacto y discriminación táctil de los miembros**
2. ☐ **Tracto corticoespinal lateral (piramidal): fibras descendentes que transmiten movimientos especializados**
3. ☐ **Tracto rubroespinal: fibras descendentes que controlan las neuronas de los músculos flexores**
4. ☐ **Tracto bulborreticuloespinal (reticuloespinal lateral): fibras descendentes que regulan neuronas preganglionares autónomas**
5. ☐ **Tracto pontorreticuloespinal (reticuloespinal anterior o medial): fibras descendentes que controlan las neuronas de los músculos extensores**
6. ☐ **Tractos del cordón anterior (vestibuloespinales, tectoespinal y corticoespinales): fibras descendentes que conducen movimientos reflejos que controlan el tono, la postura y movimientos de la cabeza y algunos movimientos especializados**
7. ☐ **Tracto espinocerebeloso anterior: fibras ascendentes que transportan propiocepción**
8. ☐ **Tractos espinotalámicos y espinorreticular: fibras ascendentes que conducen dolor, temperatura y tacto**
9. ☐ **Tracto espinocerebeloso posterior: fibras ascendentes que transportan propiocepción**

Nota clínica:

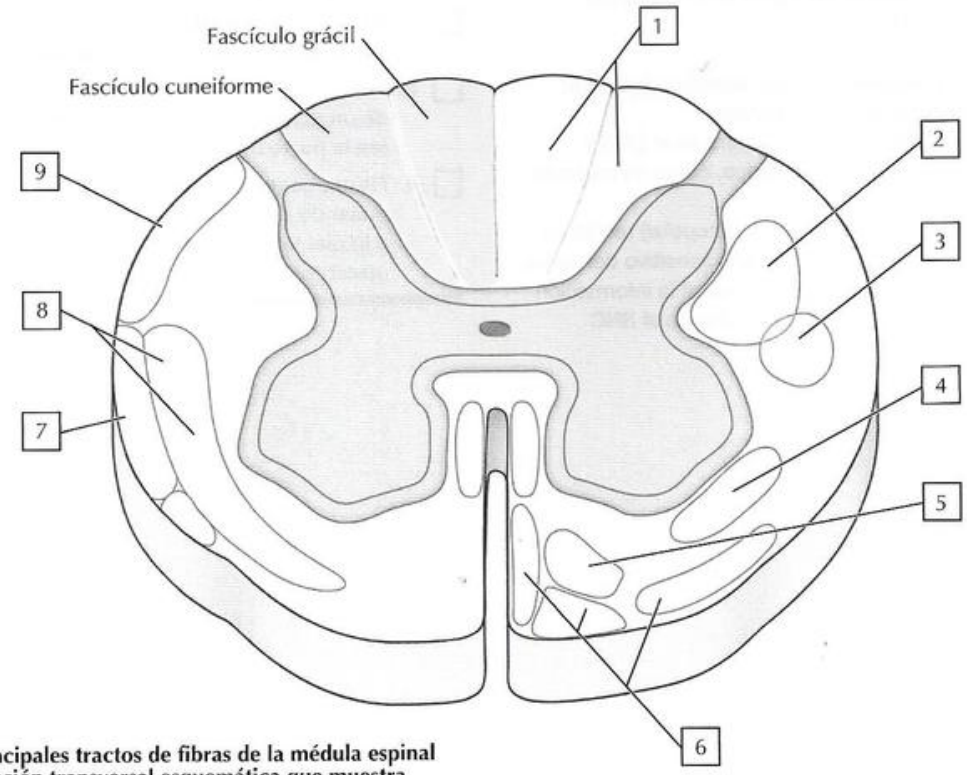
Las **neuronas motoras inferiores** son las neuronas del asta anterior que inervan el músculo esquelético. Las lesiones de estas neuronas o sus axones en el nervio periférico provocan la pérdida de respuestas voluntarias y reflejas de los músculos y causan atrofia muscular. Los músculos denervados muestran fibrilaciones (espasmos finos) y fasciculaciones (contracciones breves de unidades motoras del músculo).

Las **neuronas motoras superiores** son las neuronas en los niveles superiores del SNC que envían axones al tronco del encéfalo o la médula espinal. En general, las lesiones de estas neuronas o sus axones provocan parálisis espástica, reflejos de estiramiento muscular hiperactivos, clonos (una serie de sacudidas rítmicas), respuesta «en navaja» (hipertonía muscular) a los movimientos pasivos y falta de atrofia muscular (excepto por el desuso).

La **esclerosis lateral amiotrófica** (ELA) es una enfermedad progresiva y fatal que resulta de la degeneración de neuronas motoras en los nervios craneales y en las astas anteriores de la médula espinal. En algunos músculos se produce debilidad muscular y atrofia, mientras que la espasticidad e hiperreflexia están presentes en otros músculos.



A. Secciones a través de la médula espinal a varios niveles



B. Principales tractos de fibras de la médula espinal (sección transversal esquemática que muestra una composición de los tractos)

4 Nervios espinales y periféricos

La médula espinal da origen a 31 pares de nervios espinales, que luego forman dos ramos principales:

- Ramo posterior (dorsal): un pequeño ramo que discurre posteriormente hacia el dorso; conduce información motora y sensitiva hacia y desde la piel y los músculos esqueléticos intrínsecos del dorso (músculos erector de la columna y transversoespinosos) (v. lámina 3-10)
- Ramo anterior (ventral): un ramo mucho más grande que discurre lateral y anteriormente e inerva el resto de la piel y los músculos esqueléticos del cuello, los miembros y el tronco

En cuanto las fibras nerviosas (sensitivas o motoras) están fuera de, o periféricas a, la médula espinal propiamente dicha, las fibras se alojan a continuación en los nervios del sistema nervioso periférico (SNP). Los componentes del SNP incluyen:

- **Sistema nervioso somático:** fibras sensitivas y motoras para la piel, el músculo esquelético y las articulaciones (ilustrado en la parte *B*, componentes somáticos)
- **Sistema nervioso autónomo (SNA):** fibras sensitivas y motoras para toda la musculatura lisa (incluyendo vísceras y vasos), el músculo cardíaco (corazón) y las glándulas (ilustrado en la parte *B*, componentes eferentes)
- **Sistema nervioso entérico:** plexos y ganglios del tracto gastrointestinal (GI) que regulan la secreción intestinal, la absorción y la motilidad (originalmente, considerado parte del SNA); vinculado al SNA para una regulación óptima (v. lámina 4-21).

Las características del sistema nervioso somático incluyen:

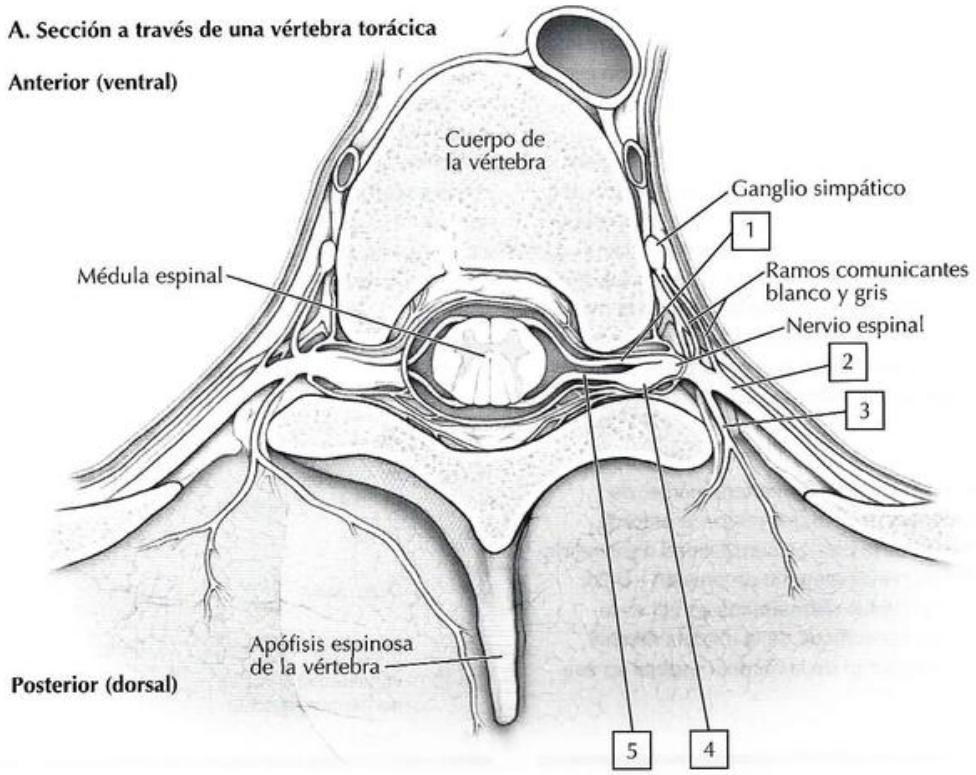
- Es un sistema motor de una sola neurona
- La neurona motora (eferente) se encuentra en el SNC y proyecta un axón a un objetivo periférico, como un músculo esquelético
- La neurona sensitiva (aferente) (seudomonopolar) reside en un ganglio periférico denominado ganglio sensitivo del nervio espinal (GSNE) en la raíz posterior y conduce la información sensitiva de la piel, el músculo o la articulación al SNC (médula espinal)

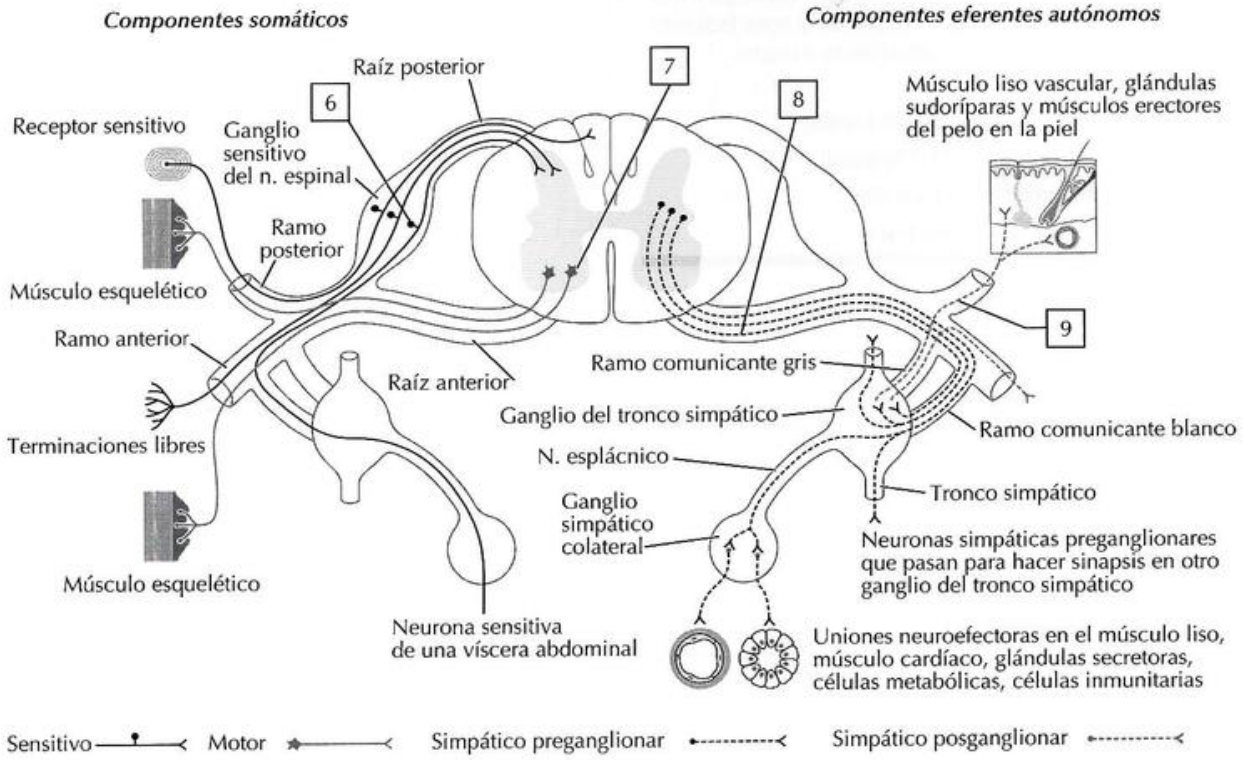
Las características del SNA división del SNP incluyen:

- Se trata de un sistema motor de dos neuronas; la primera neurona reside en el SNC y la segunda neurona en un ganglio autónomo periférico
- El axón de la primera neurona se denomina «preganglionar» y el axón de la segunda neurona, «posganglionar»
- El SNA tiene dos divisiones: simpática y parasimpática
- La neurona sensitiva (seudomonopolar) reside en un ganglio sensitivo del nervio espinal (GSNE) de la raíz posterior, al igual que el sistema somático, y conduce información sensitiva desde las vísceras al SNC

COLOREA los siguientes elementos del SNP, utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **1. Raíz anterior (ventral) (contiene fibras eferentes)**
- ☐ **2. Ramo anterior (ventral)**
- ☐ **3. Ramo posterior (dorsal) (para los músculos intrínsecos del dorso)**
- ☐ **4. Ganglio sensitivo del nervio espinal (contiene neuronas sensitivas)**
- ☐ **5. Raíz posterior (dorsal) (contiene fibras aferentes)**
- ☐ **6. Axón sensitivo y su cuerpo neuronal en un GSNE (en la parte *B*)**
- ☐ **7. Axón motor somático y su cuerpo neuronal (en la parte *B*, somático) en el asta anterior**
- ☐ **8. Fibra preganglionar autónoma en la raíz anterior de un ganglio del tronco simpático (ganglio del SNA) (en la parte *B*, componentes autónomos eferentes)**
- ☐ **9. Fibra posganglionar autónoma en la raíz anterior pasando desde un ganglio del tronco simpático a la piel (en la parte *B*, componentes autónomos eferentes)**





B. Esquema de los elementos del SNP

4 Dermatomas

La región de la piel inervada por las fibras nerviosas sensitivas somáticas asociadas con una única raíz posterior en un solo nivel de la médula espinal se denomina **dermatoma.** (Asimismo, en la parte anterolateral de la cabeza, la piel está inervada por una de las tres divisiones del nervio craneal trigémino, que se tratará más adelante). Las neuronas que dan origen a estas fibras sensitivas son neuronas seudomonopolares que residen en un único ganglio sensitivo del nervio espinal relacionado con un nivel específico de la médula espinal (observa que para cada nivel del que estamos hablando hay un par de nervios, raíces y ganglios, ya que hay 31 pares de nervios espinales, un par por cada nivel de la médula espinal). C1, el primer nivel de la médula espinal cervical, posee fibras sensitivas pero proporciona poca o ninguna contribución a la piel, por lo que en la parte superior de la cabeza el patrón de los dermatomas comienza con el dermatoma C2.

Los dermatomas rodean el cuerpo segmentariamente, de acuerdo al nivel de la médula espinal que recibe la entrada sensitiva de ese segmento de la piel. La sensibilidad transmitida por contacto con la piel es principalmente de presión y dolor. El conocimiento del patrón de los dermatomas es útil en la localización de segmentos específicos de la médula espinal y en la evaluación de la integridad de la médula espinal en ese nivel (intacto o lesionado).

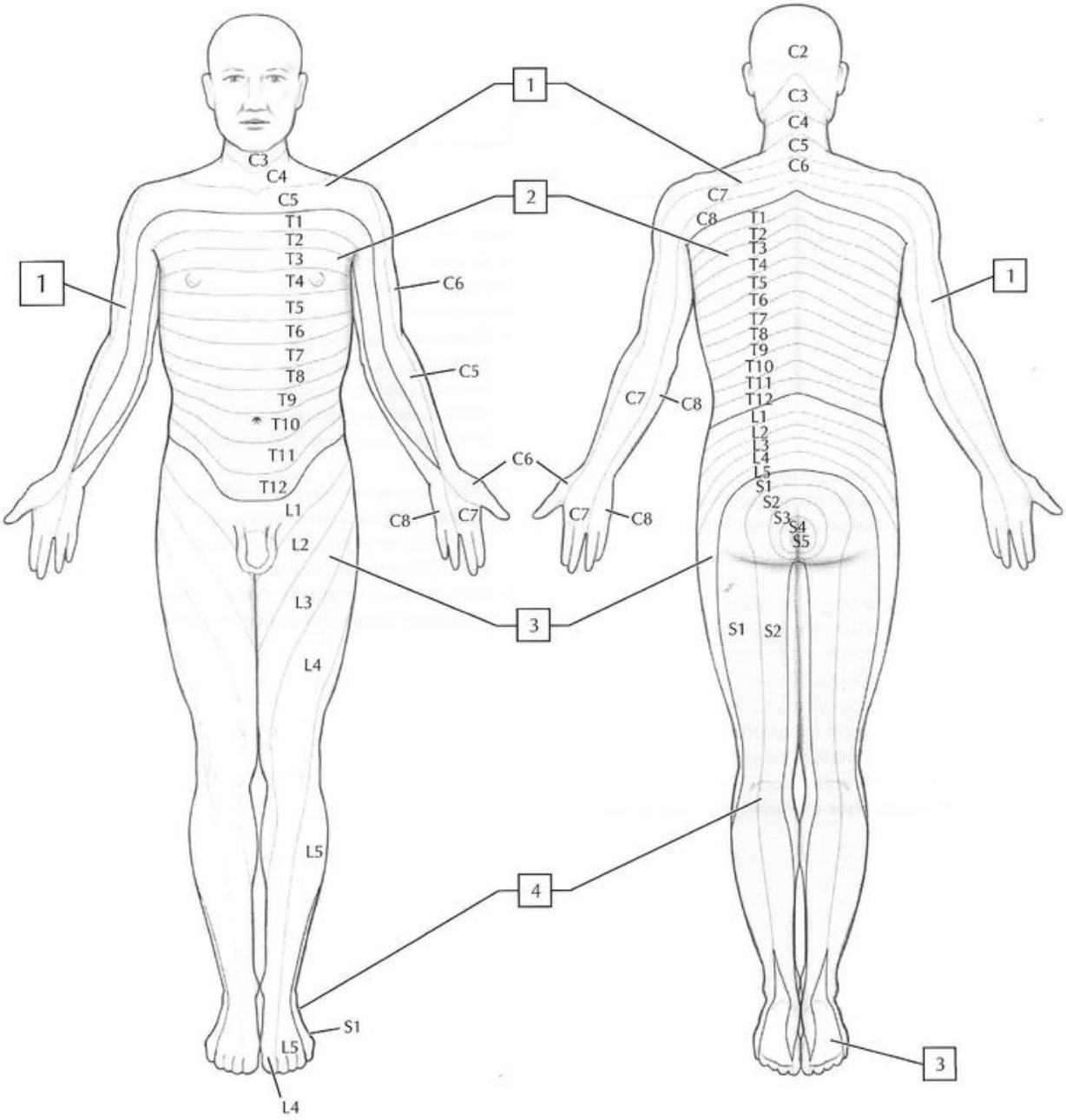
COLOREA los dermatomas asociados con los segmentos de la médula espinal de cada región, utilizando el color indicado para cada región (el único par coccígeo no se muestra, pero rodea el ano):

- ☐ **1. Dermatomas cervicales: C2-C8 (verde)**
- ☐ **2. Dermatomas torácicos: T1-T12 (azul)**
- ☐ **3. Dermatomas lumbares: L1-L5 (lila)**
- ☐ **4. Dermatomas sacros: S1-S5 (rojo)**

Las fibras nerviosas sensitivas que inervan un segmento de piel y constituyen el dermatoma muestran cierta superposición de fibras nerviosas. En consecuencia, un segmento de piel está inervado principalmente por fibras de un solo nivel de la médula espinal, pero habrá cierta superposición con fibras sensitivas de los niveles situados por encima y por debajo del nivel medular primario. Por ejemplo, el dermatoma T5 tendrá cierta superposición con las fibras sensitivas asociadas a los niveles T4 y T6. De este modo, los dermatomas dan muy buenas aproximaciones de los niveles de la médula, pero la variación es frecuente y existe superposición.

Los dermatomas clave que están relacionados con la superficie corporal incluyen los siguientes:

C5	Clavícula	T10	Ombligo
C5-C7	Parte lateral del miembro superior	T12-L1	Región inguinal/ingle
C6	Pulgar	L1-L4	Parte anterior y medial del miembro superior
C7	Dedo medio	L4	Lado medial del dedo gordo del pie
C8	Dedo meñique	L4-S1	Pie
C8-T1	Parte medial del miembro superior	S1-S2	Parte posterior del miembro inferior
T4	Pezón	S2-S4	Periné


1
2
3
4
C3
C4
C5
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
L2
L3
L4
L5
S1
C6
C5
C8
C7
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
S4
S5

Dermatomas

4 Ventrículos encefálicos

El pequeño conducto central de la médula espinal contiene líquido cefalorraquídeo (LCR) y se continúa rostralmente para expandirse en cuatro ventrículos encefálicos:

- **4.° ventrículo:** situado por encima del puente y la porción rostral de la médula oblongada
- **3.er ventrículo:** ubicado en el diencéfalo en la línea media entre los núcleos del tálamo
- **Ventrículos laterales:** dos ventrículos laterales en los hemisferios cerebrales que tienen forma de C y se extienden hacia delante, hacia arriba y hacia atrás, y luego hacia abajo y hacia delante en los lóbulos temporales

El LCR llena estos ventrículos y es producido por el **plexo coroideo** (una red capilar y su epitelio secretor), que se encuentra en el suelo de cada ventrículo lateral, con acumulaciones más pequeñas en el techo del 3.er y el 4.° ventrículo. En un período de 24 horas se producen unos 500 ml de LCR, y su función es:

- Soportar y amortiguar el encéfalo y la médula espinal
- Realizar algunas de las funciones normalmente proporcionadas por el sistema linfático
- Llenar los 150 ml de volumen del espacio subaracnoideo y las cavidades ventriculares
- Ser reabsorbido en gran parte por las granulaciones aracnoideas que se proyectan hacia el seno venoso sagital superior y por pequeñas venas piales del encéfalo y la médula espinal

El flujo del LCR va desde los plexos coroideos de los ventrículos laterales hacia el 3.er ventrículo a través del agujero interventricular (de Monro), luego al 4.° ventrículo a través del estrecho acueducto mesencefálico (de Silvio) y luego al conducto espinal, o a través de orificios (aberturas laterales y media) para acceder al espacio subaracnoideo (entre piamadre y aracnoides) que rodea el encéfalo y la médula espinal. La secreción de LCR normalmente se corresponde con su absorción por las **granulaciones aracnoideas** y las pequeñas venas piales.

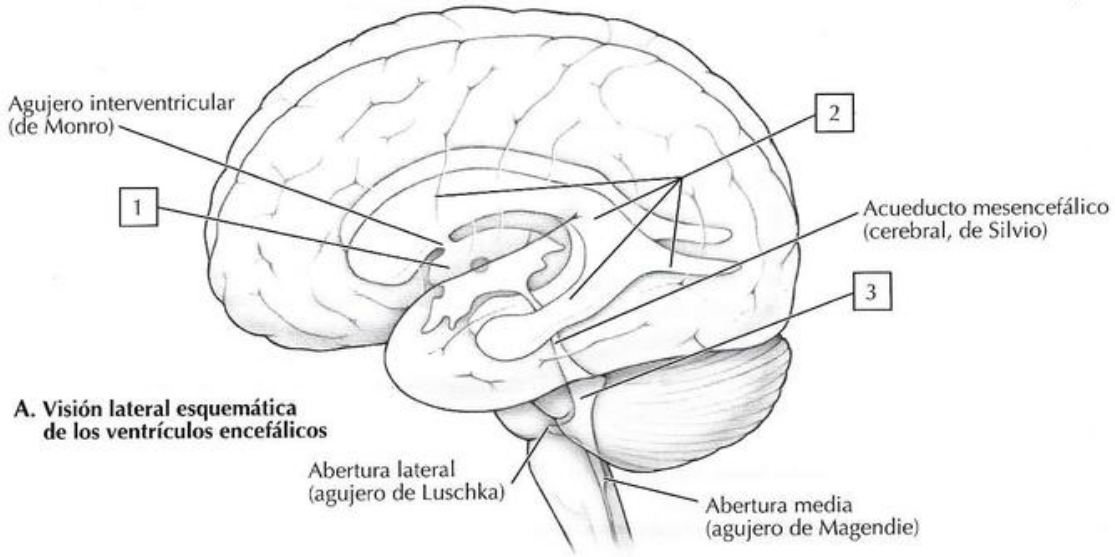
COLOREA los siguientes componentes del sistema ventricular, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. 3.er ventrículo**
- ☐ **2. Ventrículos laterales**
- ☐ **3. 4.° ventrículo**
- ☐ **4. Plexo coroideo en los ventrículos laterales (en la parte *B*)**
- ☐ **5. Conducto espinal en el centro de la médula espinal**

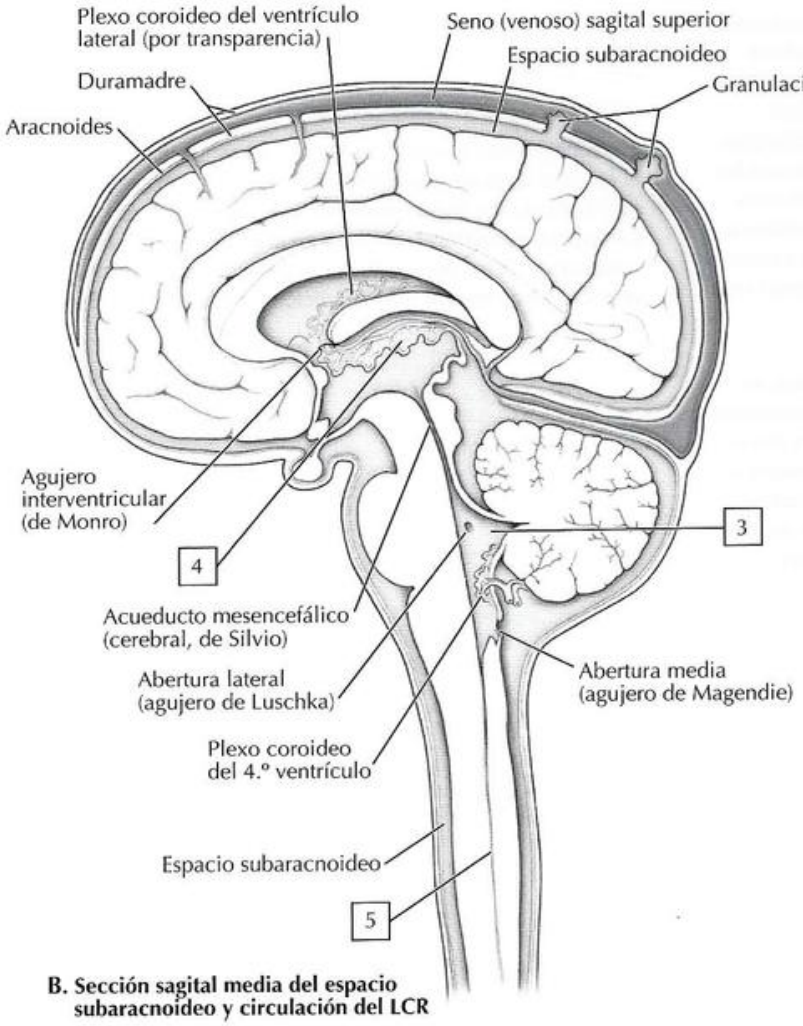
Nota clínica:

La acumulación del exceso de LCR (sobreproducción o disminución de la absorción) en el sistema ventricular del encéfalo se denomina **hidrocefalia.** Clínicamente, se reconocen tres tipos de hidrocefalia:

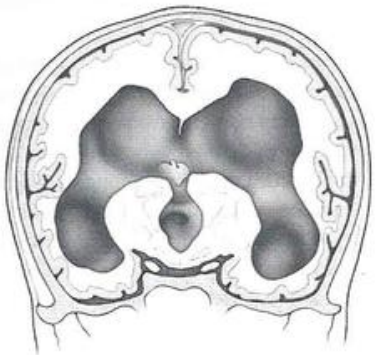
- Obstructiva: por lo general una estenosis (estrechamiento) congénita del acueducto mesencefálico, los agujeros interventriculares o las aberturas laterales y media; la obstrucción también puede ser causada por tumores del SNC que bloquean el flujo normal del LCR a través de los ventrículos
- Comunicante: obstrucción fuera del sistema ventricular, tal vez debido a la presión causada por una hemorragia (sangrado) en el espacio subaracnoideo o alrededor de las granulaciones aracnoideas
- Normotensiva: un síndrome del adulto que provoca demencia progresiva, trastornos de la marcha e incontinencia urinaria



A. Visión lateral esquemática de los ventrículos encefálicos



B. Sección sagital media del espacio subaracnoideo y circulación del LCR



C. Sección a través del encéfalo que muestra la dilatación marcada de los ventrículos laterales y tercero (hidrocefalia) en un lactante

4 Espacio subaracnoideo

El encéfalo y la médula espinal están cubiertos por tres membranas denominadas meninges y bañados en líquido cefalorraquídeo (LCR).

COLOREA la duramadre del encéfalo y la médula espinal, y luego colorea las tres capas meníngeas de la médula espinal como se ven en sección, utilizando un color diferente para cada capa:

1. **Duramadre: una cubierta externa gruesa que está ricamente inervada por terminaciones nerviosas sensitivas**
2. **Aracnoides: una membrana fina en forma de red que es avascular y se encuentra justo por debajo de la duramadre**
3. **Piamadre: una delicada capa interna transparente que cubre íntimamente la médula espinal**

La gruesa duramadre en el cráneo se compone de dos hojas, una **hoja perióstica** que recubre la cara interna del cráneo y una **hoja meníngea** en estrecho contacto con la aracnoides. Esta hoja también se continúa con la duramadre espinal. El LCR llena un espacio, denominado espacio subaracnoideo, que se encuentra entre las capas meníngeas de la aracnoides y la piamadre. Así, el LCR circula a través de los ventrículos encefálicos y luego gana acceso al espacio subaracnoideo a través de las aberturas laterales y media, donde fluye alrededor y sobre el encéfalo y la médula espinal hasta la extensión más caudal del saco dural en el nivel vertebral S2.

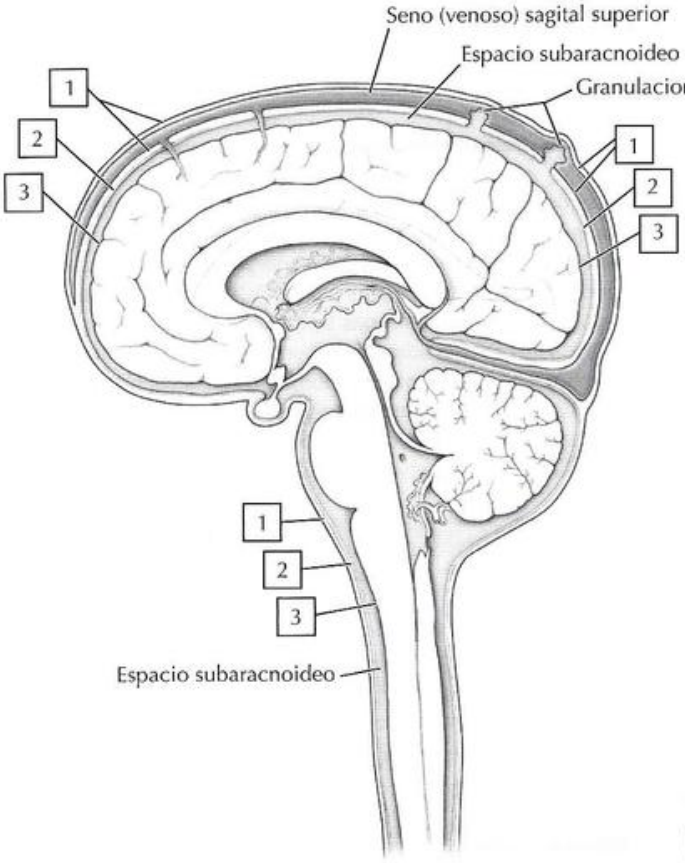
Mientras el LCR es secretado por los **plexos coroideos,** se absorbe en su mayor parte por las **granulaciones aracnoideas** relacionadas con el seno venoso sagital superior y, en menor grado, por pequeñas venas en la superficie de la piamadre en todo el SNC. Las granulaciones aracnoideas son penachos de aracnoides que se extienden a través de una capa de duramadre desdoblada, que forma el seno venoso de la duramadre, y actúan como válvulas de una vía que liberan LCR en la sangre venosa del seno.

COLOREA los diferentes elementos de las granulaciones aracnoideas, utilizando el siguiente esquema de color:

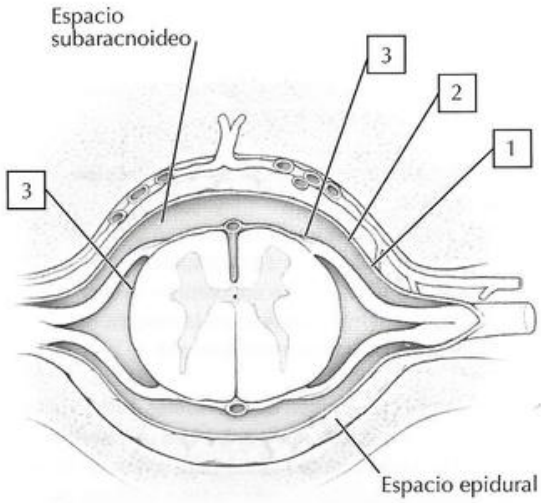
4. **Piamadre que cubre el cerebro (verde)**
5. **Aracnoides y sus granulaciones (vellosidades) (rojo)**
6. **Duramadre desdoblada para crear el seno venoso de la duramadre (amarillo)**
7. **Sangre venosa en el seno venoso sagital superior: observa las conexiones con las pequeñas venas emisarias que pasan desde el cuero cabelludo a través de la estructura ósea del cráneo para unirse al seno (también color azul)**

Nota clínica:
Pueden obtenerse muestras de LCR para analizarlo clínicamente mediante la realización de una **punción lumbar.** Se inserta una aguja en el espacio subaracnoideo de la cisterna lumbar, en la línea media entre las apófisis espinosas de las vértebras L3-L4 o L4-L5 para evitar puncionar la médula espinal propiamente dicha (la médula termina aproximadamente a nivel de las vértebras L1-L2; v. parte *D*).

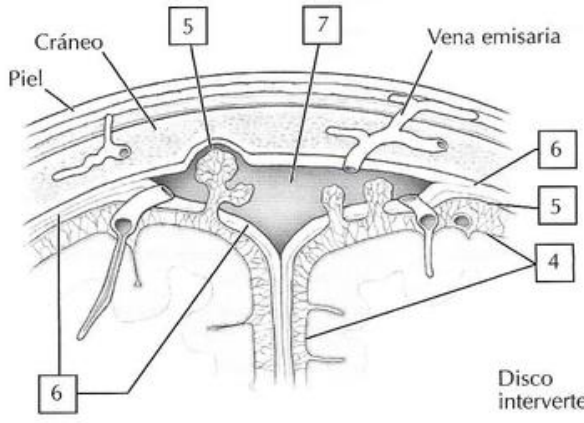
Adicionalmente, pueden administrarse agentes anestésicos en el espacio epidural (por encima de la duramadre) para anestesiar directamente las fibras nerviosas de la cola de caballo. La **anestesia epidural** se infiltra en el saco dural para llegar a las raíces de los nervios y, por lo general, se administra en los mismos niveles que la punción lumbar (v. parte *E*).



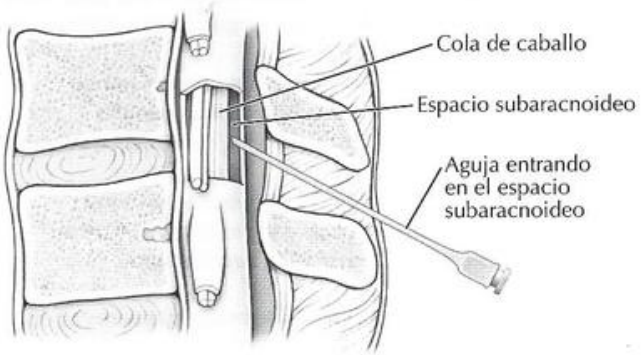
A. Visión de una sección sagital media esquemática de la circulación del LCR y espacio subaracnoideo



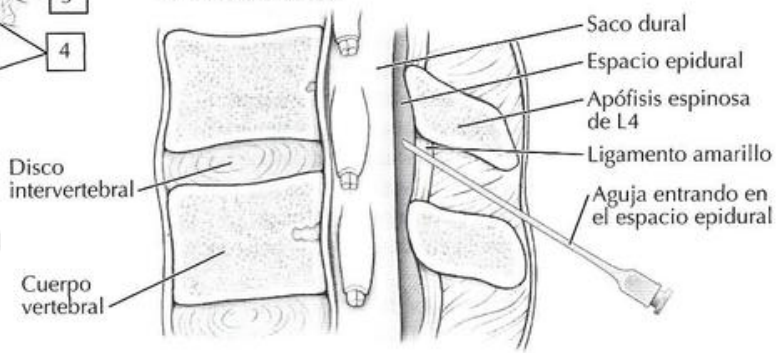
B. Espacio subaracnoideo que rodea la médula espinal (sección transversal)



C. Granulaciones aracnoideas: sección coronal



D. Punción lumbar



E. Anestesia epidural

4 División simpática del SNA

El SNA se divide en las **divisiones simpática** y **parasimpática.** En contraste con la división somática del SNP, el SNA es un sistema de dos neuronas con una neurona preganglionar en el SNC que envía su axón en un nervio periférico para hacer sinapsis en una neurona posganglionar en un **ganglio autónomo periférico.** La neurona posganglionar envía luego su axón a la diana (músculo liso, músculo cardíaco y glándulas). El SNA es un sistema visceral, porque muchos de los órganos del cuerpo están formados por paredes musculares lisas y/o contienen tejido glandular secretor.

La división simpática se conoce también como **división toracolumbar** porque:

- Sus neuronas preganglionares se encuentran sólo en los niveles T1-L2 de la médula espinal
- Sus neuronas preganglionares se encuentran dentro de la sustancia gris intermediolateral de la médula espinal en los 14 segmentos definidos anteriormente

Los axones preganglionares salen de los niveles T1-L2 de la médula espinal en una raíz anterior y entran en un nervio espinal y luego en un ramo comunicante blanco para entrar en el **tronco simpático.** El tronco simpático es una cadena bilateral de ganglios justo lateral a los cuerpos vertebrales, que va desde la base del cráneo hasta el cóccix. Una vez en el tronco simpático, el axón preganglionar puede hacer una de estas tres cosas:

- Hacer sinapsis en una neurona posganglionar del tronco simpático a nivel de T1-L2 o ascender o descender para hacer sinapsis en una neurona del tronco simpático en cualquiera de los 31 niveles de nervios espinales
- Pasar a través del tronco simpático, entrar en un **nervio esplácnico (visceral)** y hacer sinapsis en un **ganglio colateral** (celíaco, mesentérico superior, mesentérico inferior) en la cavidad abdominopélvica
- Pasar a través del tronco simpático, entrar en un nervio esplácnico, pasar a través de un ganglio colateral y hacer sinapsis en las células de la **médula suprarrenal**

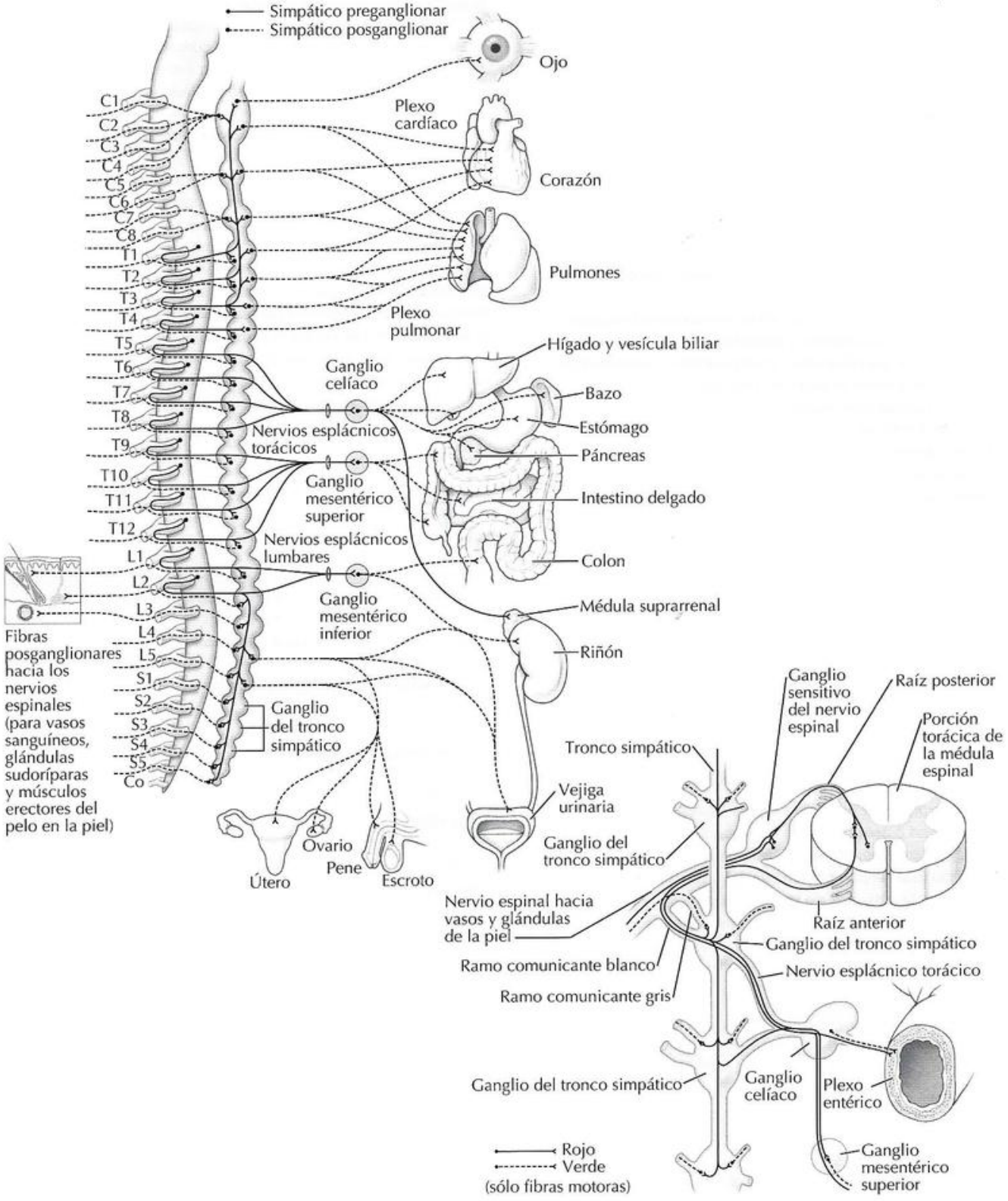
Los axones de las neuronas simpáticas posganglionares pueden hacer una de estas cuatro cosas:

- Esos axones de las neuronas del tronco simpático vuelven a entrar en el nervio espinal a través de un ramo comunicante gris y unirse a cualquiera de los 31 nervios espinales cuando se distribuyen ampliamente en todo el cuerpo
- Hacer lo mismo que en la opción anterior, pero discurrir a lo largo de vasos sanguíneos en la cabeza o unirse a los plexos nerviosos cardíaco y pulmonar o hipogástricos para distribuirse por las vísceras de la cabeza, el tórax y la pelvis
- Originarse de neuronas posganglionares en ganglios colaterales y discurrir con los vasos sanguíneos hacia vísceras abdominopélvicas
- Las células posganglionares de la médula suprarrenal son **células endocrinas (paraneuronas)** diferenciadas que no tienen axones pero liberan sus hormonas (adrenalina y noradrenalina) directamente en el torrente sanguíneo

COLOREA la neurona simpática preganglionar y sus axones de color rojo (líneas continuas) y la neurona posganglionar y sus axones de color verde (líneas discontinuas).

Los axones preganglionares liberan **acetilcolina (ACh)** en sus sinapsis, mientras que la **noradrenalina (NA)** es el transmisor liberado por los axones posganglionares (excepto en las glándulas sudoríparas, en las que es ACh). Las células de la médula suprarrenal (neuronas simpáticas posganglionares modificadas) liberan adrenalina y un poco de NA no como neurotransmisores sino como hormonas en la sangre. El sistema simpático actúa globalmente en todo el cuerpo para movilizarlo en situaciones de «miedo, lucha o huida». Las funciones específicas se resumen en la siguiente tabla.

ESTRUCTURA	EFECTOS
Ojos	Dilata la pupila
Glándulas lagrimales	Reduce la secreción ligeramente (vasoconstricción)
Piel	Provoca piel de gallina (contracción del músculo erector del pelo)
Glándulas sudoríparas	Aumenta la secreción
Vasos periféricos	Causa vasoconstricción
Corazón	Aumenta la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción
Arterias coronarias	Ayuda a la vasodilatación
Pulmones	Ayuda a la broncodilatación y reduce la secreción
Tubo digestivo	Disminuye el peristaltismo, contrae el músculo esfínter interno del ano, produce vasoconstricción para derivar la sangre hacia otras zonas
Hígado	Causa la degradación del glucógeno, síntesis y liberación de glucosa
Glándulas salivares	Reduce y espesa la secreción a través de la vasoconstricción
Sistema genital	Causa la eyaculación y el orgasmo, y la remisión de la erección
	Contrae el músculo esfínter interno de la uretra en el varón
Sistema urinario	Disminuye la producción de orina a través de la vasoconstricción
	Contrae el músculo esfínter interno de la uretra en el varón
Médula suprarrenal	Aumenta la secreción de adrenalina o noradrenalina


Simpático preganglionar
Simpático posganglionar
Ojo
Plexo cardíaco
Corazón
Pulmones
Plexo pulmonar
Hígado y vesícula biliar
Ganglio celíaco
Bazo
Estómago
Páncreas
Intestino delgado
Colon
Nervios esplácnicos torácicos
Ganglio mesentérico superior
Nervios esplácnicos lumbares
Ganglio mesentérico inferior
Médula suprarrenal
Riñón
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
S4
S5
Co
Ganglio del tronco simpático
Fibras posganglionares hacia los nervios espinales (para vasos sanguíneos, glándulas sudoríparas y músculos erectores del pelo en la piel)
Ovario
Útero
Pene
Escroto
Vejiga urinaria
Ganglio del tronco simpático
Ganglio sensitivo del nervio espinal
Raíz posterior
Porción torácica de la médula espinal
Tronco simpático
Nervio espinal hacia vasos y glándulas de la piel
Raíz anterior
Ganglio del tronco simpático
Ramo comunicante blanco
Nervio esplácnico torácico
Ramo comunicante gris
Ganglio del tronco simpático
Ganglio celíaco
Plexo entérico
Ganglio mesentérico superior
Rojo
Verde
(sólo fibras motoras)

4 División parasimpática del SNA

La división parasimpática del SNA también es un sistema de dos neuronas con su neurona preganglionar en el SNC y la neurona posganglionar en un ganglio periférico. La división parasimpática también se conoce como **división craneosacra** porque:

- Sus neuronas preganglionares se encuentran en los nervios craneales III, VII, IX y X y en la médula espinal sacra en los niveles S2-S4
- Sus neuronas preganglionares residen en los cuatro núcleos craneales asociados con los cuatro nervios craneales enumerados anteriormente o en la sustancia gris lateral de la médula espinal sacra en los niveles S2-S4

Los axones parasimpáticos preganglionares pueden hacer una de estas dos cosas:

- Salir del tronco del encéfalo en el nervio craneal (excepto el NC X; v. más adelante) y pasar hacia un ganglio periférico en la cabeza (ganglios ciliar, pterigopalatino, submandibular y ótico) para hacer sinapsis en neuronas posganglionares parasimpáticas que residen en estos ganglios
- Salir de la médula espinal sacra a través de una raíz anterior y luego entrar en los **nervios esplácnicos pélvicos** para hacer sinapsis en neuronas posganglionares en **ganglios terminales** ubicados en o cerca de las vísceras a las que inervan

Los axones de las neuronas parasimpáticas posganglionares pueden hacer una de estas dos cosas:

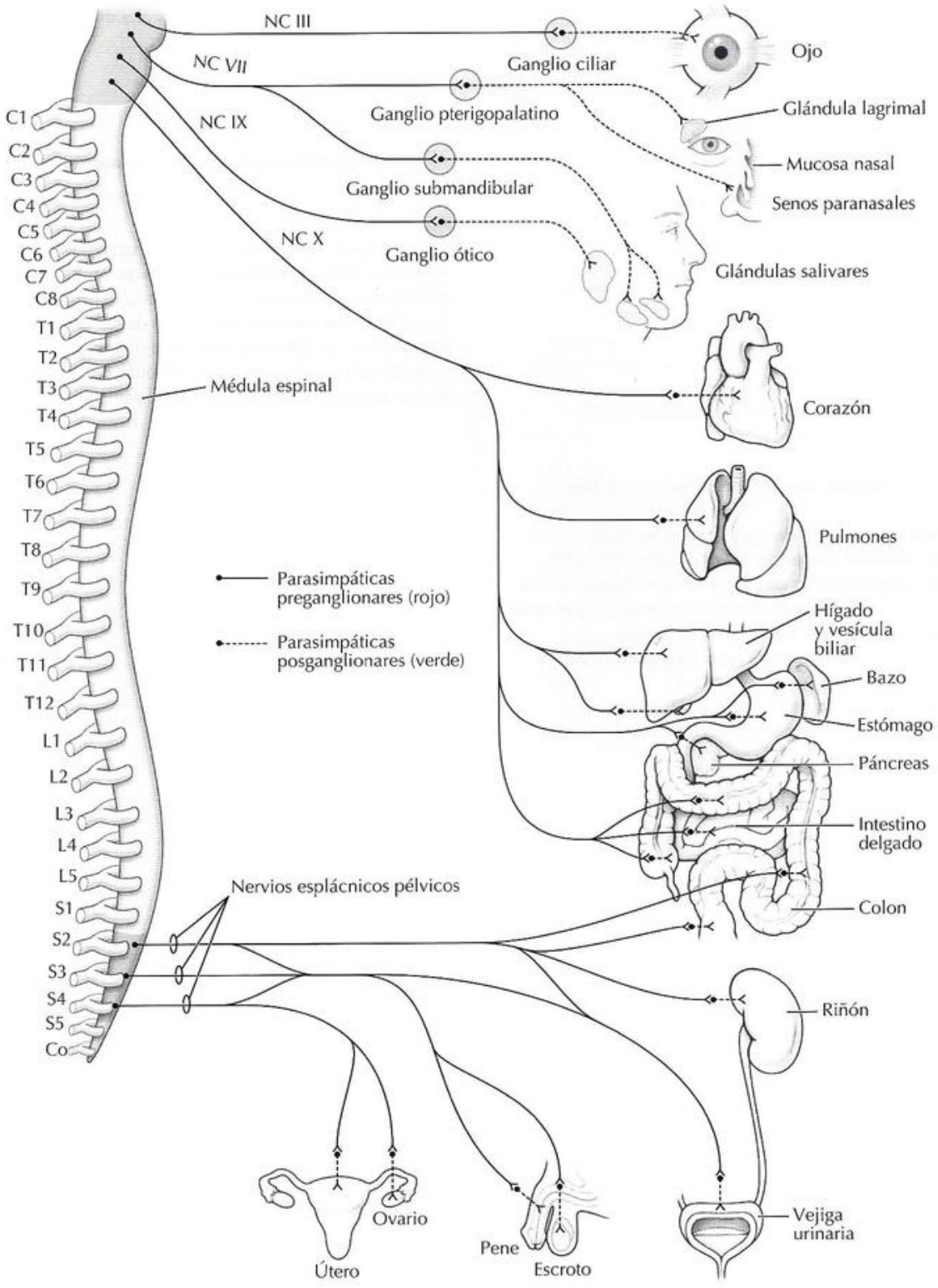
- Pasar desde el **ganglio parasimpático en la cabeza** sobre los nervios o vasos sanguíneos existentes para inervar el músculo liso y las glándulas de la cabeza
- Pasar desde los **ganglios terminales** en o cerca de las vísceras inervadas y hacer sinapsis en el músculo liso, el músculo cardíaco o glándulas en el cuello, el tórax y la cavidad abdominopélvica

El NC X (nervio vago) es especial. Sus axones preganglionares salen del tronco del encéfalo y hacen sinapsis en ganglios terminales en o cerca de los objetivos en el cuello, el tórax (corazón, pulmones, glándulas, músculo liso) y la cavidad abdominal (dos tercios proximales del tracto GI y sus órganos accesorios). Los axones de las neuronas de los ganglios terminales luego hacen sinapsis en sus objetivos.

COLOREA las neuronas parasimpáticas preganglionares y sus axones (líneas continuas) que surgen de un nervio craneal o de S2-S4 de color rojo y la neurona y el axón posganglionar (líneas discontinuas) en el ganglio periférico o terminal de color verde.

Los axones simpáticos pasan hacia los miembros, pero los axones parasimpáticos no lo hacen. Por tanto, el músculo liso vascular, los músculos erectores del pelo de la piel (unidos a los folículos pilosos) y las glándulas sudoríparas están todos inervados sólo por el sistema simpático. La ACh es el neurotransmisor en todas las sinapsis parasimpáticas. El sistema parasimpático se ocupa de la alimentación y la excitación sexual y actúa más lentamente y de manera más focal que el sistema simpático. Por ejemplo, el NC X puede disminuir la frecuencia cardíaca sin afectar de entrada al estómago. En general, los sistemas simpático y parasimpático mantienen la **homeostasis,** aunque, como medida de protección, el cuerpo mantiene un bajo nivel de «tono simpático» y puede activar esta división en cualquier momento. La función del SNA está regulada en última instancia por el **hipotálamo.** Las funciones específicas de la división parasimpática del SNA se resumen en la siguiente tabla.

ESTRUCTURA	EFECTOS
Ojos	Contrae la pupila
Cuerpo ciliar	Contrae el músculo ciliar para la acomodación (visión de cerca)
Glándulas lagrimales	Aumenta la secreción
Corazón	Disminuye la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción
Arterias coronarias	Causa vasoconstricción con demanda metabólica reducida
Pulmones	Causa broncoconstricción y aumenta la secreción
Tubo digestivo	Aumenta el peristaltismo, aumenta la secreción, inhibe el esfínter interno del ano para la defecación
Hígado	Ayuda a la síntesis y almacenamiento de glucógeno
Glándulas salivares	Aumenta la secreción
Sistema genital	Promueve la congestión de los tejidos eréctiles
Sistema urinario	Contrae la vejiga urinaria (músculo detrusor) durante la micción, inhibe la contracción del esfínter interno de la uretra, aumenta la producción de orina


NC III
NC VII
NC IX
NC X
Ganglio ciliar
Ganglio pterigopalatino
Ganglio submandibular
Ganglio ótico
Ojo
Glándula lagrimal
Mucosa nasal
Senos paranasales
Glándulas salivares
Corazón
Pulmones
Hígado y vesícula biliar
Bazo
Estómago
Páncreas
Intestino delgado
Colon
Riñón
Vejiga urinaria
Médula espinal
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
L1
L2
L3
L4
L5
S1
S2
S3
S4
S5
Co
Parasimpáticas preganglionares (rojo)
Parasimpáticas posganglionares (verde)
Nervios esplácnicos pélvicos
Ovario
Útero
Pene
Escroto

4 Sistema nervioso entérico

Históricamente, la tercera división del SNA fue el sistema nervioso entérico (las neuronas intrínsecas y el plexo nervioso localizados en las capas mientérica y submucosa del intestino). Debido a que las neuronas entéricas pueden funcionar con cierta independencia, fue visto, de manera simplista, como si tuviera un «cerebro propio». Sin embargo, el sistema nervioso entérico está vinculado a las divisiones simpática y parasimpática del SNA, y requiere de éstas para la regulación óptima de la secreción, absorción y motilidad intestinal. Algunos han caracterizado el sistema entérico como una «terminal de computadora», que tiene conexiones con el SNA y el hipotálamo, que funciona como la «computadora principal».

Las neuronas y los plexos nerviosos del sistema nervioso entérico utilizan una variedad de neurotransmisores y neuromoduladores para comunicarse entre sí y coordinar la función intestinal. Se han identificado más de 20 de tales sustancias, y se estima que el número de neuronas en el intestino es al menos equivalente a la cantidad que se encuentra en la médula espinal.

Las conexiones del SNA con el sistema nervioso entérico incluyen:

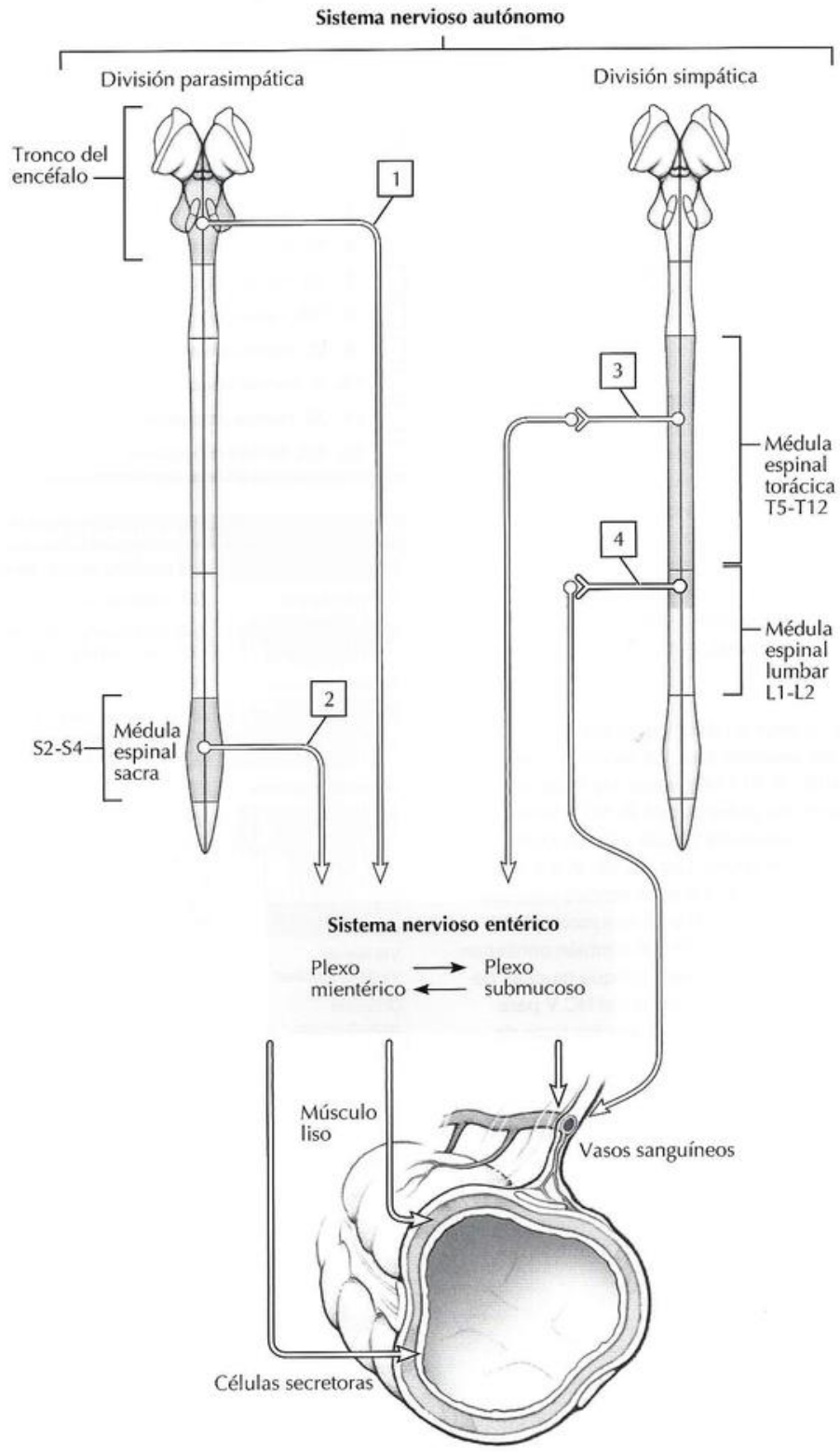
- Estímulos parasimpáticos vagales para el esófago, estómago, intestino delgado y mitad proximal del colon
- Estímulos parasimpáticos de S2-S4 a través de los nervios esplácnicos pélvicos para la mitad distal del colon y el recto
- Estímulos simpáticos de los nervios esplácnicos torácicos (T5-T12) para el estómago, intestino delgado y mitad proximal del colon
- Estímulos simpáticos de los nervios esplácnicos lumbares (L1-L2) para la mitad distal del colon y el recto

COLOREA las siguientes vías del SNA para los plexos nerviosos entéricos, utilizando un color diferente para cada vía:

- ☐ **1. Nervios vagos**
- ☐ **2. Nervios esplácnicos pélvicos**
- ☐ **3. Nervios esplácnicos torácicos**
- ☐ **4. Nervios esplácnicos lumbares**

Nota clínica:

El **megacolon congénito** (intestino grueso distendido) (también conocido como **enfermedad de Hirschsprung**) resulta de un defecto en el desarrollo que conduce a un segmento aganglionar del intestino que carece de los plexos submucoso y mientérico. La distensión del intestino proximal a la región aganglionar puede ocurrir poco después del nacimiento o puede causar síntomas sólo después, en la primera infancia.


Sistema nervioso autónomo
División parasimpática
División simpática
Tronco del encéfalo
1
3
Médula espinal torácica T5-T12
4
Médula espinal lumbar L1-L2
2
S2-S4
Médula espinal sacra
Sistema nervioso entérico
Plexo mientérico
Plexo submucoso
Músculo liso
Vasos sanguíneos
Células secretoras

4 Nervios craneales

Además de los 31 pares de nervios espinales, en el encéfalo se originan 12 pares de nervios craneales, que se identifican tanto por sus nombres como por los **números romanos I al XII.** Los nervios craneales son algo especial y pueden contener varios componentes funcionales:

- **General:** mismas funciones generales que los nervios espinales
- **Especial:** sus funciones sólo se encuentran en los nervios craneales
- **Aferentes y eferentes:** funciones sensitivas o motoras, respectivamente
- **Somático y visceral:** relacionados con la piel y el músculo esquelético (somático) o con el músculo liso y glándulas (visceral)

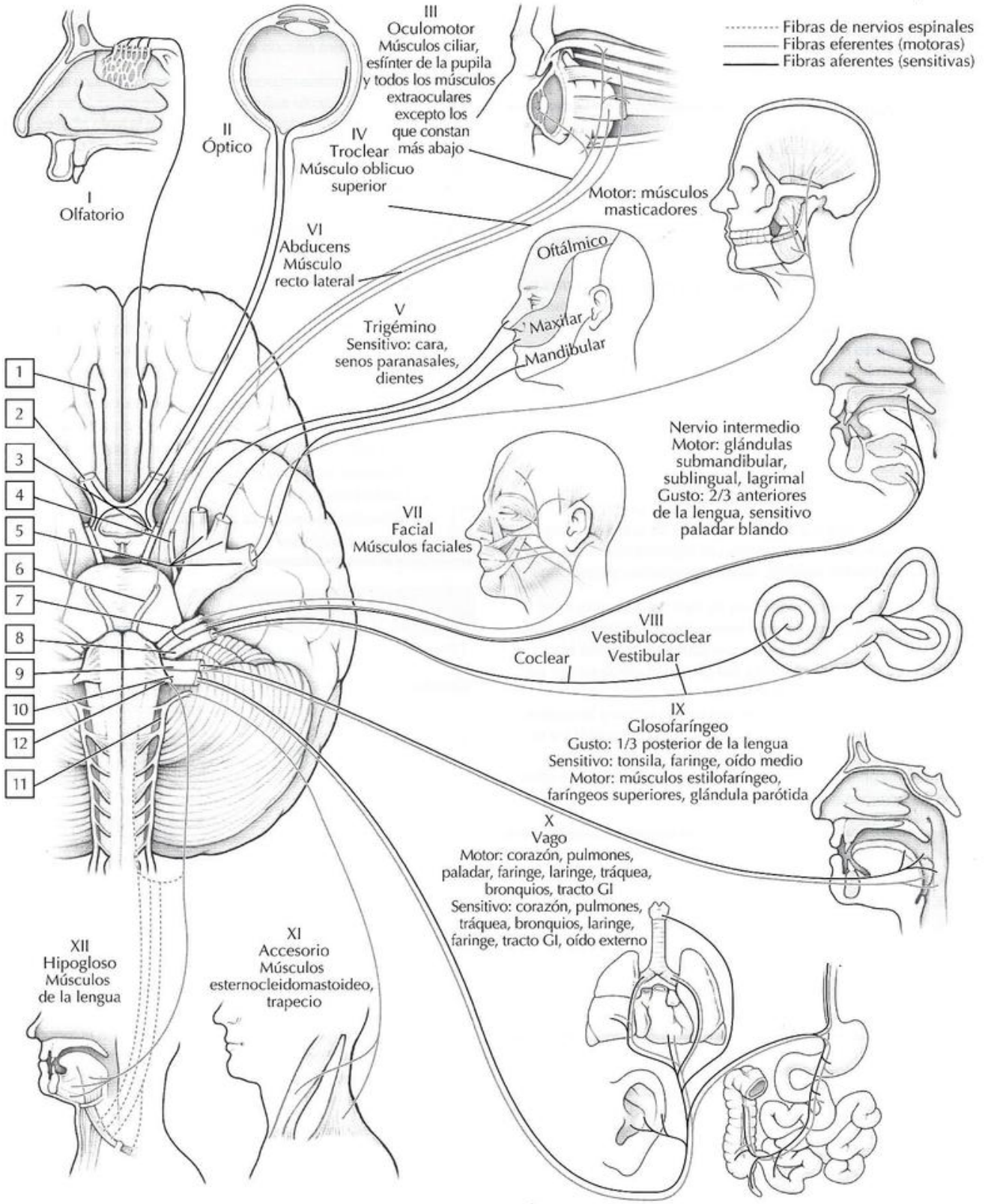
Por tanto, cada nervio craneal puede poseer múltiples componentes funcionales, como ASG (aferentes somáticas generales), lo que significa que contiene fibras nerviosas que son sensitivas de la piel, no diferentes a las del nervio espinal; EVG (eferentes viscerales generales), lo que significa que contiene fibras motoras para estructuras viscerales (músculo liso y/o glándulas) como una fibra parasimpática de la médula espinal sacra (S2-S4 da origen a fibras parasimpáticas); o ASE (aferentes somáticas especiales), que significa que contiene fibras sensitivas especiales, como las de la visión o la audición.

En general, los NC I y II se originan del prosencéfalo y son realmente extensiones del encéfalo para los sentidos especiales del olfato y la vista. Los NC III, IV y VI mueven los músculos esqueléticos extraoculares del globo ocular. El NC V tiene tres divisiones: V_1 y V_2 son sensitivos y V_3 es a la vez motor de músculos esqueléticos y sensitivo. Los NC VII, IX y X son a la vez motores y sensitivos. El NC VIII es el sentido especial de la audición y el equilibrio. Los NC XI y XII son motores de músculos esqueléticos. Los NC III, VII, IX y X también contienen fibras de origen parasimpático (viscerales), aunque muchas de las fibras del SNA «saltarán» sobre los ramos del NC V para llegar a sus objetivos. La siguiente tabla resume los tipos de fibras de cada nervio craneal.

COLOREA cada nervio craneal en su salida del cerebro o del tronco del encéfalo:

- ☐ **1. I, nervio olfatorio**
- ☐ **2. II, nervio óptico**
- ☐ **3. III, nervio oculomotor**
- ☐ **4. IV, nervio troclear**
- ☐ **5. V, nervio trigémino**
- ☐ **6. VI, nervio abducens**
- ☐ **7. VII, nervio facial**
- ☐ **8. VIII, nervio vestibulococlear**
- ☐ **9. IX, nervio glosofaríngeo**
- ☐ **10. X, nervio vago**
- ☐ **11. XI, nervio accesorio**
- ☐ **12. XII, nervio hipogloso**

NERVIO CRANEAL	COMPONENTE FUNCIONAL
I Nervio olfatorio	ASE (especial sentido del olfato)
II Nervio óptico	ASE (especial sentido de la vista)
III Nervio oculomotor	ESG (motor para músculos extraoculares) EVG (parasimpático para músculo liso en el ojo)
IV Nervio troclear	ESG (motor de 1 músculo extraocular)
V Nervio trigémino	ASG (sensitivo para cara, órbita, nariz, parte anterior de la lengua) EVE (motor para músculos esqueléticos)
VI Nervio abducens	ESG (motor de 1 músculo extraocular)
VII Nervio facial	ASG (sensitivo para la piel de la oreja) AVE (sentido especial del gusto para la parte anterior de la lengua) EVG (motor para glándulas salivares, nasales, lagrimales) EVE (motor para músculos faciales)
VIII Nervio vestibulococlear	ASE (sentido especial de la audición y el equilibrio)
IX Nervio glosofaríngeo	ASG (sensitivo para la parte posterior de la lengua) AVE (sentido especial del gusto para la parte posterior de la lengua) AVG (sensitivo para oído medio, faringe, glomo [cuerpo] y seno carotídeos) EVG (motor para la glándula parótida) EVE (motor para 1 músculo de la faringe)
X Nervio vago	ASG (sensitivo para el oído externo) AVE (sentido especial del gusto para la epiglotis) AVG (sensitivo para faringe, laringe y órganos torácicos y abdominales) EVG (motor para órganos torácicos y abdominales) EVE (motor para músculos de la faringe/laringe)
XI Nervio accesorio	ESG (motor para 2 músculos)
XII Nervio hipogloso	ESG (motor para músculos de la lengua)


Fibras de nervios espinales
Fibras eferentes (motoras)
Fibras aferentes (sensitivas)
I
Olfatorio
II
Óptico
III
Oculomotor
Músculos ciliar, esfínter de la pupila y todos los músculos extraoculares excepto los que constan más abajo
IV
Troclear
Músculo oblicuo superior
VI
Abducens
Músculo recto lateral
V
Trigémino
Sensitivo: cara, senos paranasales, dientes
Oftálmico
Maxilar
Mandibular
Motor: músculos masticadores
VII
Facial
Músculos faciales
Nervio intermedio
Motor: glándulas submandibular, sublingual, lagrimal
Gusto: 2/3 anteriores de la lengua, sensitivo paladar blando
VIII
Vestibulococlear
Coclear
Vestibular
IX
Glosofaríngeo
Gusto: 1/3 posterior de la lengua
Sensitivo: tonsila, faringe, oído medio
Motor: músculos estilofaríngeo, faríngeos superiores, glándula parótida
X
Vago
Motor: corazón, pulmones, paladar, faringe, laringe, tráquea, bronquios, tracto GI
Sensitivo: corazón, pulmones, tráquea, bronquios, laringe, faringe, tracto GI, oído externo
XI
Accesorio
Músculos esternocleidomastoideo, trapecio
XII
Hipogloso
Músculos de la lengua
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
12
11

4 Sistema visual I

El globo ocular está protegido por los párpados, los cuales, en combinación con el aparato lagrimal, mantienen la córnea húmeda depositando una fina capa de película lagrimal que cubre la superficie expuesta del globo ocular (conjuntiva y córnea).

COLOREA los siguientes componentes del aparato lagrimal, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Glándula lagrimal: segrega lágrimas bajo el control de las fibras parasimpáticas que se originan en el nervio facial (NC VII)**
- ☐ **2. Conductillos excretores: conductillos excretores de la glándula lagrimal**
- ☐ **3. Saco lagrimal: recibe lágrimas que son recogidas por los conductillos lagrimales asociados con los puntos lagrimales superior e inferior**
- ☐ **4. Conducto nasolagrimal: conduce las lágrimas desde el saco lagrimal hasta la cavidad nasal**

La irritación excesiva, el dolor o desencadenantes emocionales pueden aumentar la producción de lágrimas (llanto). El exceso de lágrimas inunda el sistema de recogida de los conductos lagrimales de tal manera que las lágrimas se derraman sobre el párpado inferior y corren por la mejilla. Asimismo, las abundantes lágrimas recogidas en los sacos lagrimales fluirán hacia el interior de la cavidad nasal y provocarán una nariz «moqueante». Las lágrimas contienen albúminas, lactoferrina, lisozima, lípidos, metabolitos y electrolitos.

El globo ocular humano mide unos 25 mm de diámetro, está sujeto en la órbita ósea por **seis músculos extraoculares** que lo mueven (v. lámina 3-3) y está amortiguado por grasa que rodea los dos tercios posteriores del globo. El globo ocular se compone de tres capas concéntricas:

- **Fibrosa:** una capa externa que incluye la córnea y la esclera
- **Vascular:** la capa media (uveal) que incluye la coroides y el estroma del cuerpo ciliar y el iris
- **Retina:** un epitelio pigmentado externo sobre el cual se sitúa la retina nerviosa (fotosensible)

COLOREA las siguientes capas del globo ocular, utilizando un color diferente para cada capa:

- ☐ **5. Córnea**
- ☐ **6. Iris**
- ☐ **7. Cuerpo ciliar**
- ☐ **8. Retina**
- ☐ **9. Coroides**
- ☐ **10. Esclera (esclerótica)**

La gran cámara por detrás de la lente es la **cámara vítrea** y está llena de una sustancia gelatinosa denominada **cuerpo vítreo,** que ayuda a amortiguar y proteger la frágil retina durante los movimientos rápidos del ojo. La cámara entre la córnea y el iris es la **cámara anterior,** y el espacio entre el iris y la lente es la **cámara posterior.** Ambas cámaras se llenan con el **humor acuoso,** que es producido por el **cuerpo ciliar** y circula desde la cámara posterior a través de la pupila (abertura central en el iris) hacia la cámara anterior donde es absorbido por la red trabecular hacia el **seno venoso de la esclera** situado en el ángulo iridocorneal.

El **cuerpo ciliar** contiene músculo liso que está dispuesto en forma circular como un músculo esfínter. Cuando este músculo se relaja, tira de un conjunto de fibras zonulares unidas a la lente elástica que tensan y aplanan la lente para visualizar objetos a cierta distancia del ojo. Al enfocar objetos cercanos, el músculo ciliar se contrae como un esfínter y constriñe más cerca de la lente, relajando las fibras zonulares y permitiendo a la lente elástica redondearse para la acomodación. Este **reflejo de acomodación** está controlado por fibras parasimpáticas que se originan en el nervio oculomotor (NC III).

El iris también contiene músculo liso. La contracción del **músculo esfínter de la pupila,** circular, bajo el control de fibras parasimpáticas del NC III, hace la pupila más pequeña, mientras que la contracción del **músculo dilatador de la pupila** orientado radialmente bajo control simpático hace la pupila más grande.

COLOREA los siguientes elementos de la parte anterior del globo ocular, utilizando un color diferente para cada uno:

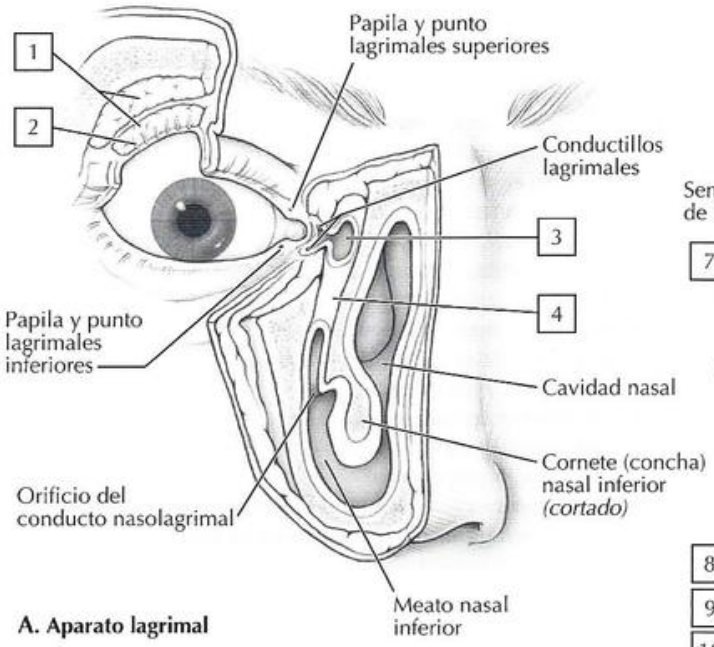
- ☐ **11. Músculo esfínter de la pupila**
- ☐ **12. Lente (cristalino)**
- ☐ **13. Músculo dilatador de la pupila**
- ☐ **14. Fibras zonulares**

CARACTERÍSTICA	DEFINICIÓN
Esclera	Capa fibrosa externa del globo ocular
Córnea	Parte transparente de la capa externa; muy sensible al dolor
Coroides	Capa vascular media del globo ocular
Cuerpo ciliar	Extensión vascular y muscular de la coroides, situada anteriormente
Procesos ciliares	Pliegues pigmentados que irradian sobre el cuerpo ciliar; secretan el humor acuoso que llena las cámaras anterior y posterior
Iris	Diafragma contráctil con una abertura central (pupila)
Lente (cristalino)	Lente transparente sujeta por las fibras zonulares unidas a su cápsula
Retina	Parte ópticamente receptiva del nervio óptico (retina óptica)
Macula lútea	Área de la retina de visión más aguda
Disco del nervio óptico	Área no receptiva, donde los axones del nervio óptico abandonan la retina para dirigirse hacia el encéfalo

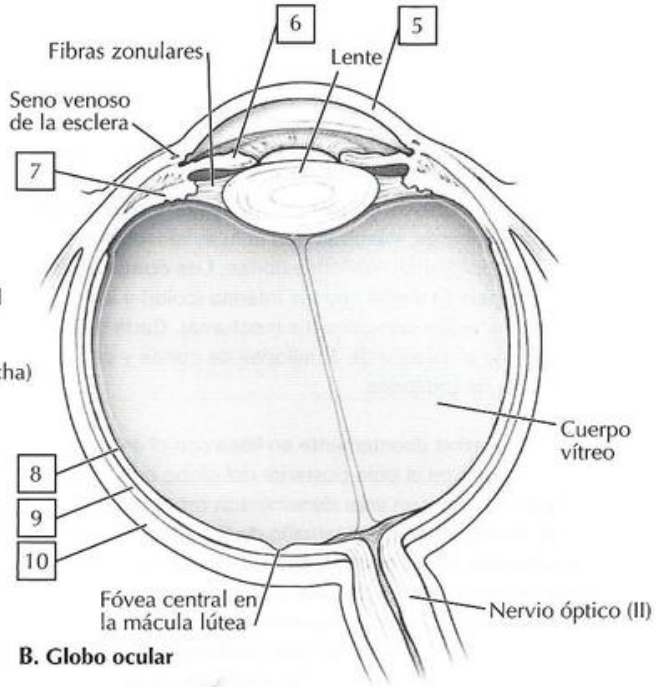
Nota clínica:

Una **catarata** es una opacidad, o área nublada, en la lente. El tratamiento suele ser quirúrgico e implica la eliminación de la lente con corrección de la visión mediante gafas o una lente de plástico implantada (lente intraocular).

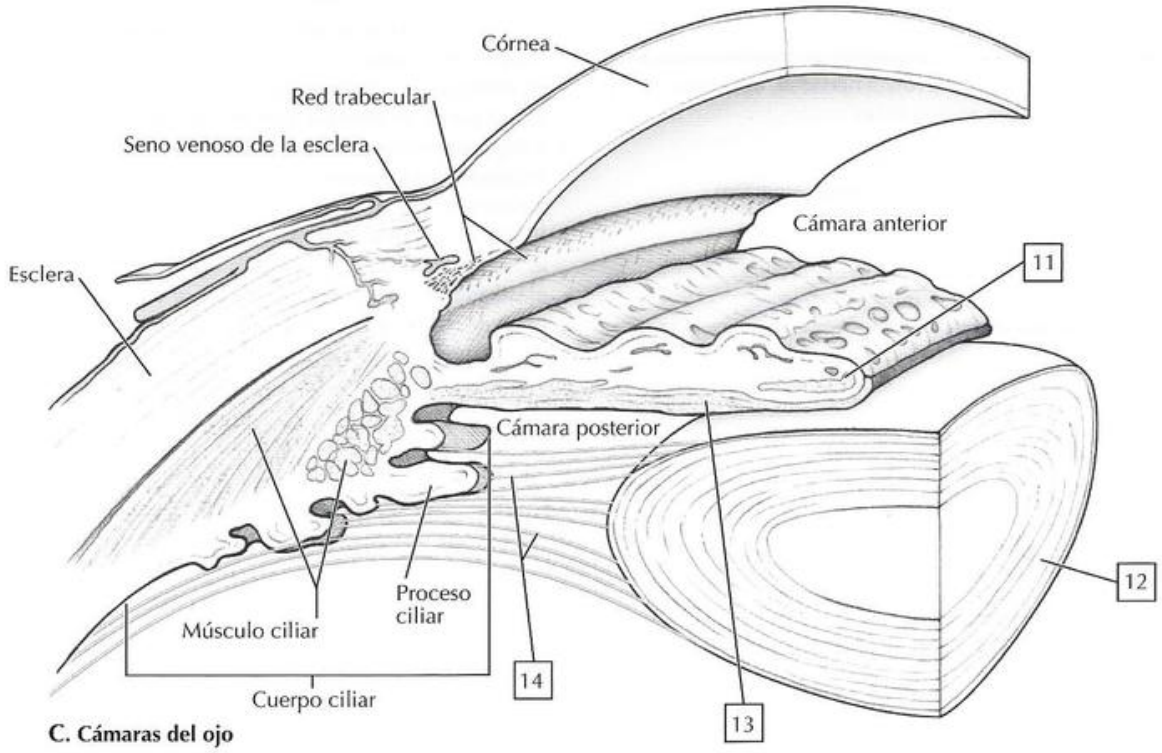
El **glaucoma** es una neuropatía óptica; la causa del glaucoma generalmente es un aumento a la resistencia al flujo de salida del humor acuoso en la cámara anterior, lo que conduce a un aumento de la presión intraocular.



A. Aparato lagrimal



B. Globo ocular



C. Cámaras del ojo

4 Sistema visual II

La **retina** es una capa muy delgada de tejido que es una extensión directa del encéfalo, con la mayoría de sus axones de células ganglionares discurriendo hacia atrás a través del nervio óptico para alcanzar su primera sinapsis en los cuerpos geniculados laterales del tálamo. La luz pasa a través de los medios refringentes del ojo (córnea, humor acuoso, lente y cuerpo vítreo) para incidir sobre la retina nerviosa, donde pasa a través del espesor de la retina para finalmente encontrarse con las **células fotorreceptoras** que descansan sobre una capa de **epitelio pigmentado** (este epitelio impide la retrodispersión). Los fotorreceptores (conos y bastones) hacen sinapsis con células bipolares, que hacen sinapsis con las células ganglionares, mientras que células amacrinas y horizontales proporcionan interconexiones. Los **conos** están especializados para la visión con luz intensa (color) y los bastones para la visión con poca luz (nocturna). Cada retina humana contiene alrededor de 7 millones de conos y cerca de 120 millones de bastones.

La porción de la retina directamente en línea con el enfoque de la lente y situada en el polo posterior del globo está especializada. Aquí hay un área denominada **mácula lútea** con un hoyo muy pequeño, del tamaño de la cabeza de un alfiler, denominado **fóvea central,** en el centro de la mácula. En la fóvea, la retina es muy delgada y se compone sólo de conos y células ganglionares, y representa nuestra zona de mayor agudeza visual. La mácula lútea contiene principalmente conos y algunos bastones, y fuera de la mácula, los bastones predominan sobre los conos.

COLOREA las células de la retina nerviosa, utilizando los colores sugeridos para cada célula:

- ☐ **1. Epitelio pigmentado (marrón)**
- ☐ **2. Células ganglionares y sus axones (amarillo)**
- ☐ **3. Células bipolares (rojo)**
- ☐ **4. Bastones (gris) (las células más delgadas)**
- ☐ **5. Conos (azul) (las células más gruesas)**

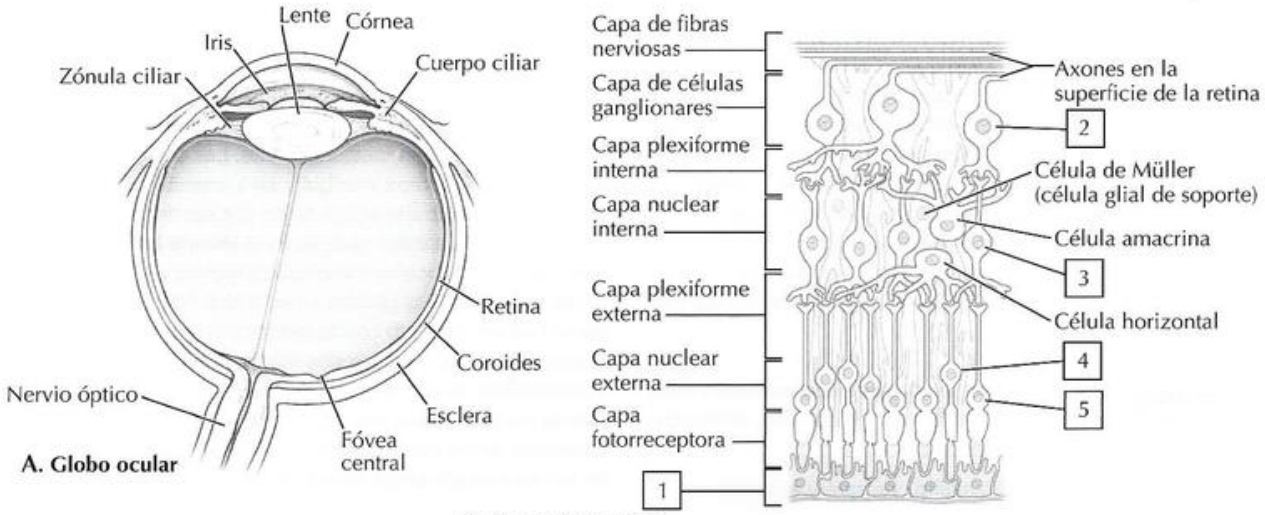
La vía óptica está organizada topográficamente a lo largo de su recorrido hasta el lóbulo occipital. Las células ganglionares **nasales** (lado medial de la retina) envían axones que cruzan la línea media en el **quiasma óptico,** mientras que los axones de las células ganglionares **temporales** (lado lateral de la retina) permanecen homolaterales (en el mismo lado). Los axones de las células ganglionares en los tractos ópticos:

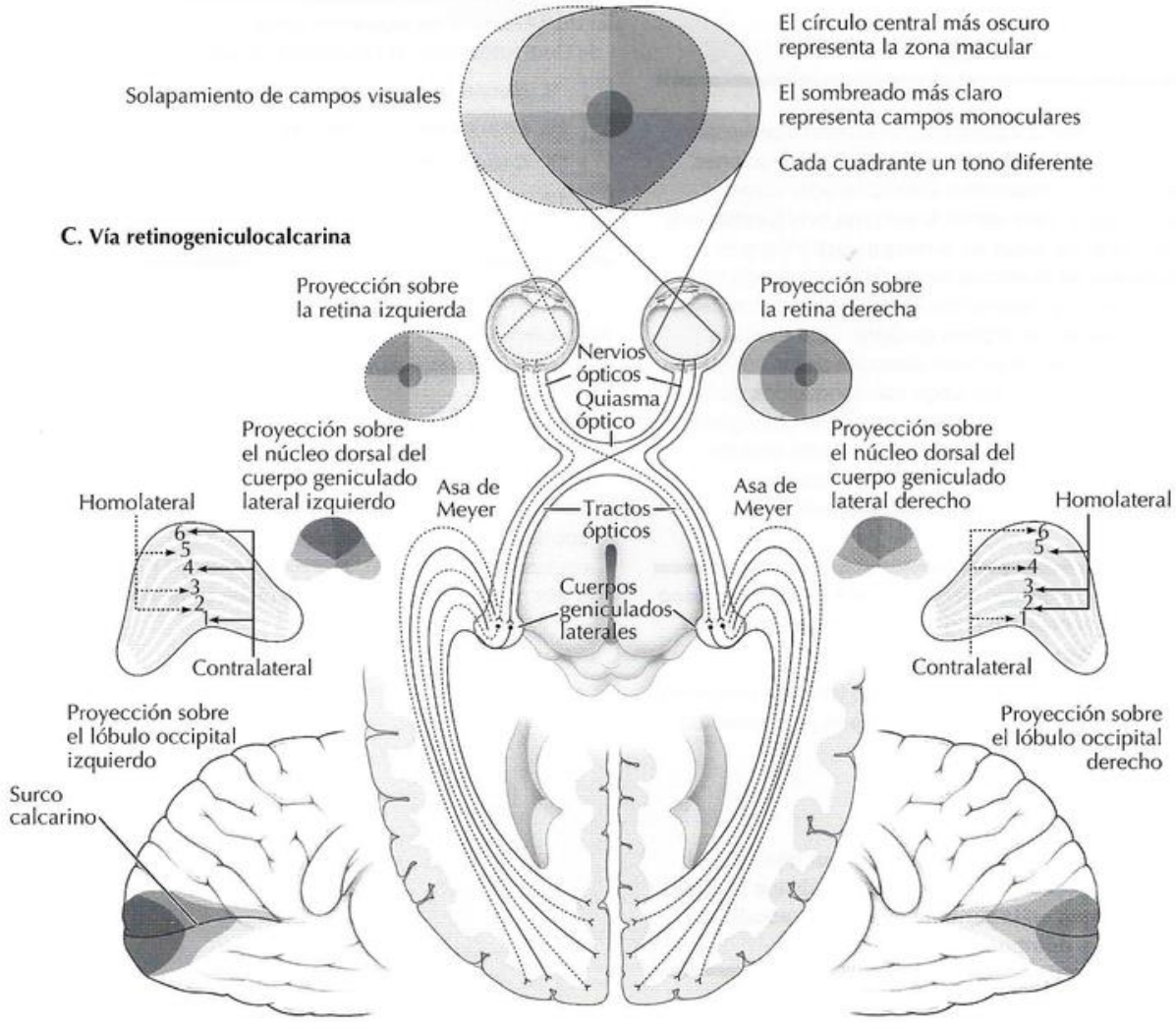
- Terminan en gran parte en el cuerpo geniculado lateral, que se organiza en seis capas
- Desde el cuerpo geniculado, las radiaciones ópticas pasan hacia la corteza calcarina del lóbulo occipital, donde se produce la percepción visual consciente
- Desde esta región de la corteza visual primaria, los axones pasan a la corteza visual de asociación para procesar la forma, color y movimiento
- Las conexiones hacia el lóbulo temporal proporcionan el reconocimiento de alta resolución de objetos (rostros y clasificación de objetos)
- Las conexiones hacia la corteza parietal proporcionan el análisis de movimiento de relaciones de posición de los objetos en la escena visual

Nota clínica:

Las **ametropías** son enfoques aberrantes de los rayos de luz en un sitio distinto al área óptima de la retina, la mácula lútea. Ópticamente, la córnea, la lente y la longitud axial del globo ocular deben estar en equilibrio preciso para lograr un enfoque nítido. Los trastornos más comunes incluyen:

- Miopía: 80% de las ametropías; el punto de enfoque está por delante de la retina
- Hipermetropía: manifestación relacionada con la edad en la que el punto de enfoque está por detrás de la retina
- Astigmatismo: una córnea no esférica provoca enfoques en múltiples localizaciones en vez de en un solo punto; afecta a alrededor del 25-40% de la población
- Presbicia: pérdida progresiva de la capacidad de acomodar la lente relacionada con la edad, debida a una pérdida de elasticidad en la lente, lo que requiere corrección para ver objetos cercanos o la lectura


Lente
Córnea
Iris
Zónula ciliar
Cuerpo ciliar
Retina
Coroides
Esclera
Nervio óptico
Fóvea central
A. Globo ocular
Capa de fibras nerviosas
Capa de células ganglionares
Capa plexiforme interna
Capa nuclear interna
Capa plexiforme externa
Capa nuclear externa
Capa fotorreceptora
1
Axones en la superficie de la retina
2
Célula de Müller (célula glial de soporte)
Célula amacrina
3
Célula horizontal
4
5
B. Capas de la retina


Solapamiento de campos visuales
El círculo central más oscuro representa la zona macular
El sombreado más claro representa campos monoculares
Cada cuadrante un tono diferente
C. Vía retinogeniculocalcarina
Proyección sobre la retina izquierda
Proyección sobre la retina derecha
Nervios ópticos
Quiasma óptico
Proyección sobre el núcleo dorsal del cuerpo geniculado lateral izquierdo
Proyección sobre el núcleo dorsal del cuerpo geniculado lateral derecho
Homolateral
Asa de Meyer
Tractos ópticos
Asa de Meyer
Homolateral
6
5
4
3
2
1
Cuerpos geniculados laterales
Contralateral
Contralateral
Proyección sobre el lóbulo occipital izquierdo
Proyección sobre el lóbulo occipital derecho
Surco calcarino

4 Sistemas auditivo y vestibular I

El mecanismo de transducción del oído (audición) y el sistema vestibular (equilibrio) están estrechamente alineados anatómicamente. El oído consta de tres partes:

- **Oído externo:** la oreja (pabellón auricular), el conducto auditivo externo y la membrana timpánica (tímpano)
- **Oído medio:** la cavidad timpánica que contiene los huesecillos del oído (martillo, yunque y estribo); se comunica con el antro mastoideo posteriormente y con la trompa auditiva (de Eustaquio) anteriormente
- **Oído interno:** el aparato auditivo (cóclea) y el aparato vestibular (vestíbulo con el utrículo y el sáculo y los conductos semicirculares)

COLOREA los siguientes componentes del oído, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Huesecillos del oído (martillo, yunque y estribo)**
- ☐ **2. Cóclea**
- ☐ **3. Membrana timpánica**
- ☐ **4. Conducto auditivo externo**

Las ondas sonoras viajan a través del oído externo y provocan las vibraciones de la membrana timpánica. Estas vibraciones, a su vez, hacen que los huesecillos del oído medio vibren, haciendo que el estribo vibre contra la **ventana oval (vestibular),** iniciando una acción de oleaje en la **rampa vestibular** y en la **rampa timpánica de la cóclea** llenas de líquido (perilinfa) que causa la deflexión y despolarización de las diminutas células pilosas (ciliadas) dentro del **órgano de Corti.** Esto estimula potenciales de acción en los axones aferentes de las células del ganglio espiral de la cóclea, que luego son conducidos de forma centralizada a los núcleos cocleares de la médula oblongada. Desde este punto, los impulsos se transmiten a los centros superiores del encéfalo para el procesamiento auditivo, que termina en la corteza auditiva en el lóbulo temporal.

COLOREA los siguientes elementos de los laberintos óseo y membranoso de la cóclea y el aparato vestibular, utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **5. Conductos semicirculares (anterior, lateral y posterior): están dispuestos a 90 grados entre sí y representan los ejes X, Y y Z**
- ☐ **6. Utrículo**
- ☐ **7. Sáculo**
- ☐ **8. Ventana redonda (coclear): cerrada por una membrana timpánica secundaria, que disipa la onda líquida iniciada en la ventana oval por la acción vibratoria del estribo**

El paso final en la vía de transducción auditiva de las vibraciones mecánicas a los potenciales de acción neuronales, que luego se transmiten al encéfalo, se produce a nivel del órgano de Corti dentro de la cóclea. Las células pilosas (ciliadas) (internas y externas) de la cóclea descansan sobre una lámina (membrana) basilar y se disponen funcionalmente. Las ondas de presión que viajan en la rampa vestibular se transmiten a través de la **membrana vestibular** al conducto coclear lleno de endolinfa. Estas ondas de presión desplazan la **lámina basilar** (los sonidos más fuertes provocan más desplazamiento) y la **membrana tectoria.** Las células pilosas en la lámina basilar tienen sus penachos en contacto con la membrana tectoria, y los diferentes desplazamientos de estas dos membranas causan un efecto de cizallamiento de las células pilosas. Este efecto de cizallamiento desvía los pelos, despolariza las células pilosas, provoca la liberación de neurotransmisores e inicia un potencial de acción en los axones aferentes de las células del ganglio espiral.

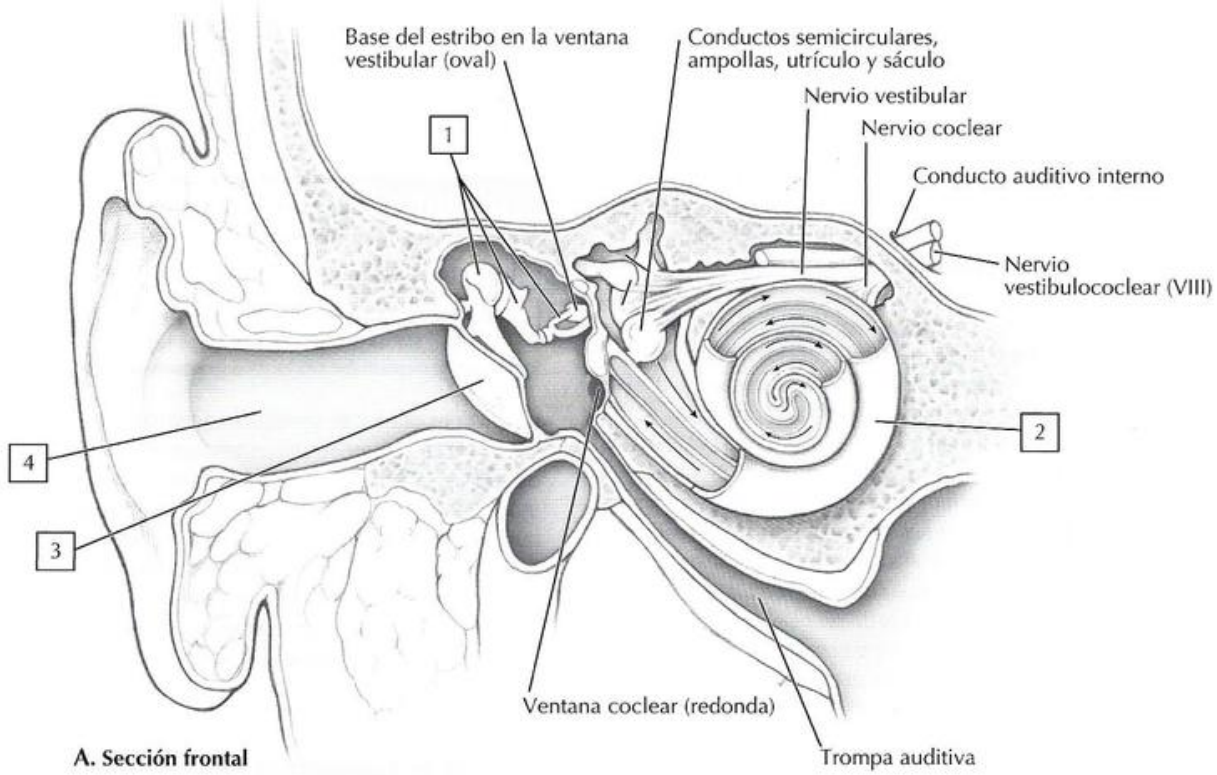
COLOREA los siguientes componentes del órgano de Corti, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **9. Nervio coclear, ganglio espiral y axones**
- ☐ **10. Células pilosas internas**
- ☐ **11. Células pilosas externas**
- ☐ **12. Lámina basilar**
- ☐ **13. Membrana tectoria**

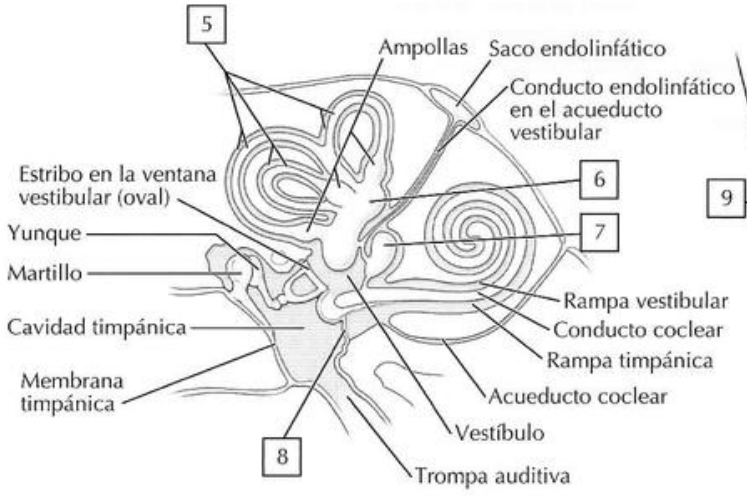
Nota clínica:

Pueden producirse varios tipos de **pérdida auditiva (sordera parcial):**

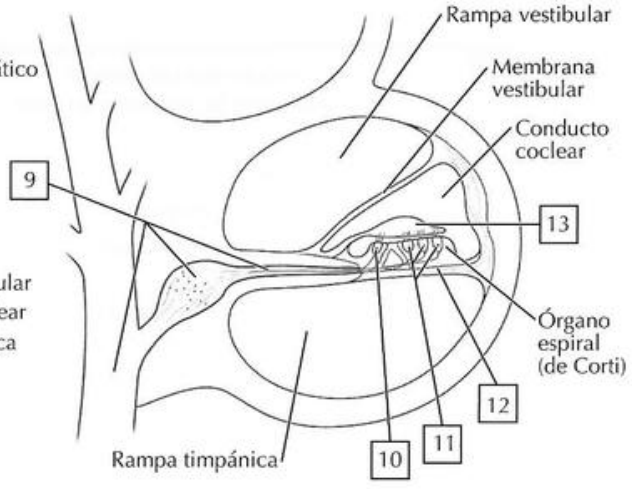
- **Pérdida conductiva:** por lo general debido a un trastorno o lesión de la membrana timpánica y/o la cadena de huesecillos del oído medio
- **Pérdida neurosensorial:** trastorno del oído interno o división coclear del nervio vestibulococlear (NC VIII), que puede incluir causas como infección, exposición a ruidos fuertes, tumores o reacciones adversas a ciertos medicamentos administrados



A. Sección frontal



B. Laberintos óseo y membranoso: esquema



C. Sección a través de una espira de la cóclea

4 Sistemas auditivo y vestibular II

Dado que la mitad del nervio vestibulococlear (NC VIII) se ocupa de la audición, la otra mitad conduce información sensorial que es importante para mantener el sentido especial del equilibrio. Los receptores para el equilibrio implican dos componentes funcionales:

- **Estático:** un receptor especial denominado mácula reside en cada utrículo y sáculo y está implicado en la posición de la cabeza y la aceleración lineal, así como en los cambios del centro de gravedad y vibraciones de baja frecuencia (sólo el sáculo)
- **Dinámico:** receptores especiales denominados crestas ampulares residen en la ampolla de cada conducto semicircular membranoso y están implicados en los movimientos angulares (de rotación) de la cabeza

Las máculas también tienen células pilosas (ciliadas) (como el órgano de Corti), pero también existe un cinocilio especial en el borde de cada paquete de estereocilios semejantes a pelos (microvellosidades realmente largas). Los penachos «pilosos» están incrustados en una masa gelatinosa polisacárida denominada **membrana de las estatoconías (otolítica),** que está coronada por **otolitos** muy pequeños (cristales de carbonato cálcico), dando a la masa una rigidez que resiste un cambio en el movimiento. Durante la aceleración lineal, los pelos son desplazados y aumentarán su liberación de neurotransmisores en los axones sensoriales primarios de las células ganglionares vestibulares. Esto ocurre cuando los pelos se doblan hacia el cinocilio, despolarizando así las células pilosas. El movimiento de los pelos alejándose del cinocilio hiperpolariza las células pilosas, disminuyendo la liberación de neurotransmisores. Finalmente, la mácula del utrículo detecta la aceleración en un plano horizontal, mientras que la mácula del sáculo es mejor en la detección de la aceleración vertical (la sensación que se siente cuando uno empieza a subir en un ascensor).

COLOREA los siguientes componentes del sistema vestibular (parte *A*) y las máculas (parte *B*), utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Máculas del sáculo y utrículo**
- ☐ **2. Ganglio vestibular y sus axones aferentes**
- ☐ **3. Crestas ampulares dentro de los conductos semicirculares membranosos**
- ☐ **4. Estatoconías u otolitos (en la superficie de la membrana de las estatoconías [otolítica])**
- ☐ **5. Membrana de las estatoconías (otolítica) gelatinosa**
- ☐ **6. Células pilosas (ciliadas) y penachos «pilosos» que se extienden en la membrana de las estatoconías (otolítica)**

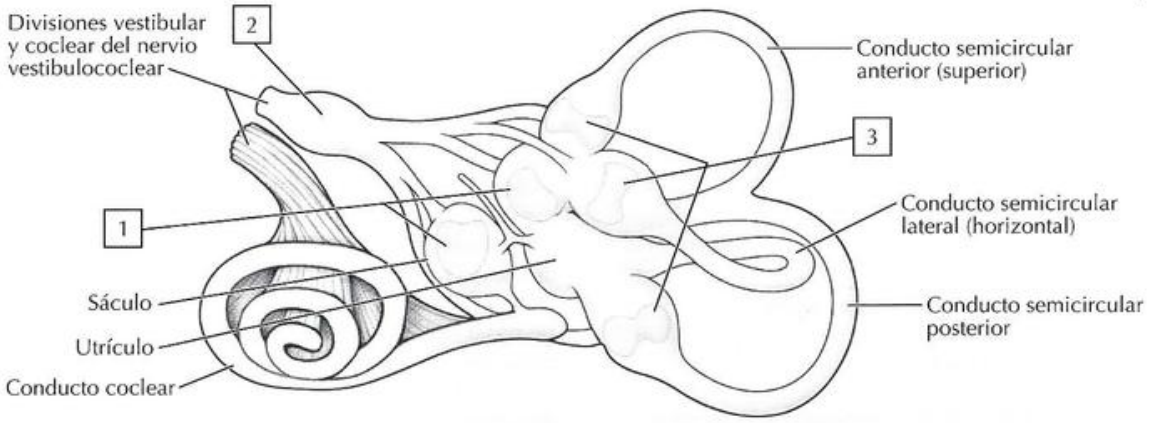
Las **crestas** ampulares de los conductos semicirculares membranosos también tienen células pilosas (ciliadas) y un cinocilio igual que las máculas. Sin embargo, la masa gelatinosa de proteína-polisacárido se denomina una **cúpula ampular** (gorro puntiagudo) y se proyecta en la endolinfa del conducto semicircular. Durante los movimientos de rotación, la cúpula está influida por el movimiento de la endolinfa y la deformación de las células pilosas provoca la despolarización y liberación de neurotransmisores en las terminaciones nerviosas sensoriales.

COLOREA los siguientes elementos de la cresta ampular, utilizando un color diferente para cada uno:

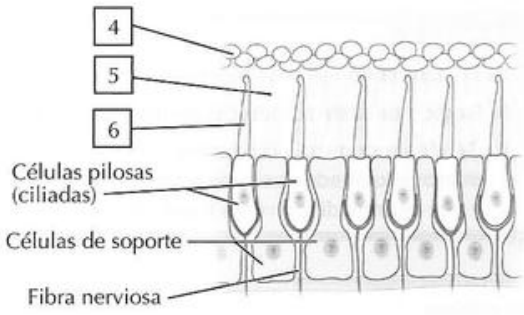
- ☐ **7. Cúpula ampular, gelatinosa**
- ☐ **8. Células pilosas (ciliadas) y penachos «pilosos» que se extienden en la cúpula**

Los axones aferentes vestibulares terminan en los núcleos vestibulares del tronco del encéfalo o directamente en el cerebelo, para modular y coordinar el movimiento y el tono musculares y la postura. Los axones descendentes de los núcleos vestibulares corren hacia la médula espinal para regular los movimientos de la cabeza y el cuello, mientras que otras proyecciones coordinan los movimientos oculares (NC III, IV y VI). Por último, algunos axones ascienden hacia el tálamo y luego a las cortezas insular, temporal y parietal.

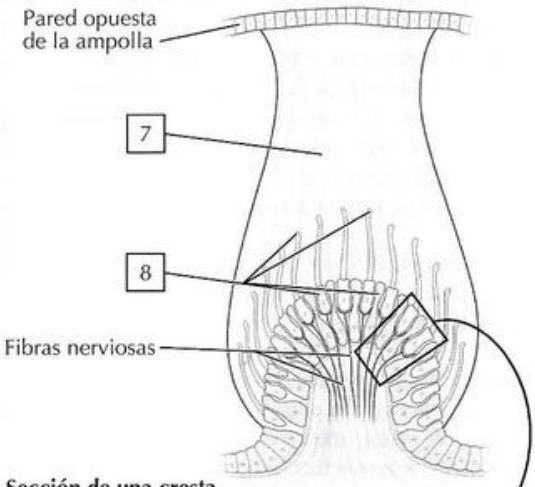
Nota clínica:
El **vértigo** es la sensación de movimiento o rotación con una pérdida de equilibrio (mareos). Puede estar producido por la estimulación excesiva del sistema vestibular, como ocurre en el mareo en el mar, el mareo en el coche o las atracciones de feria. Las infecciones víricas, ciertos medicamentos y los tumores también pueden causar vértigo.



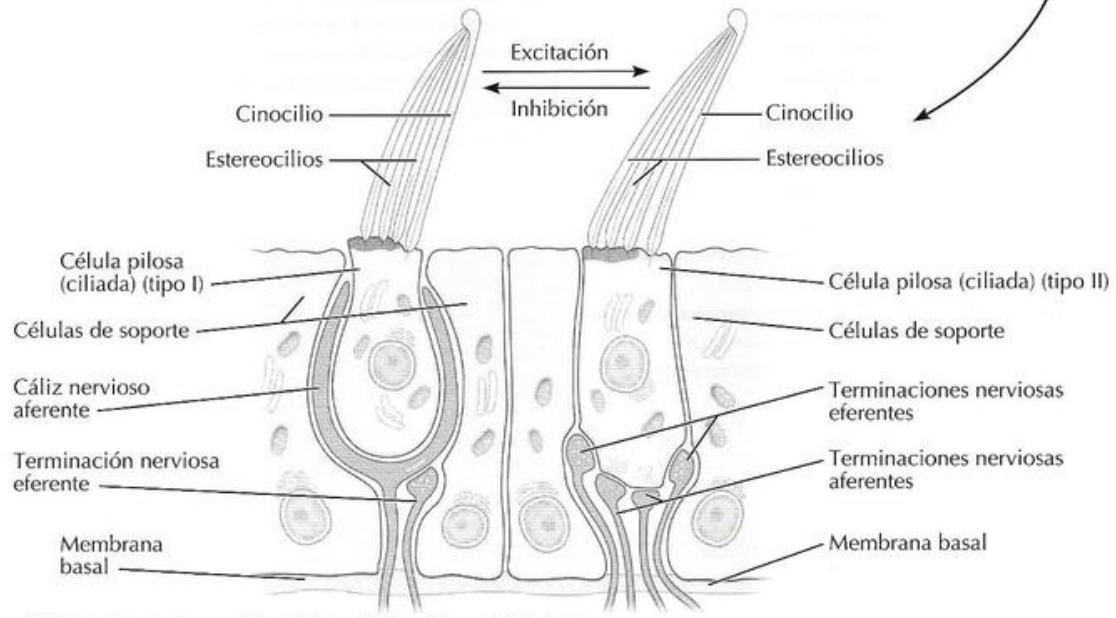
A. Laberinto membranoso



B. Sección de la mácula



C. Sección de una cresta



D. Estructura e inervación de las células pilosas (ciliadas)

4 Gusto y olfato

Las papilas gustativas son quimiorreceptores que transducen «sabores» químicos en señales eléctricas que se transmiten al SNC para un mejor procesamiento. Tenemos alrededor de 2.000-5.000 papilas gustativas (cada una con 50-150 células receptoras gustativas) localizadas en su mayoría en el dorso de la lengua (también presentes en la epiglotis y el paladar), que pueden distinguir los siguientes sabores:

- **Salado:** sales inorgánicas
- **Dulce:** moléculas orgánicas, como azúcar, alcohol, sacarina y algunos aminoácidos
- **Ácido:** ácidos y protones (iones de hidrógeno)
- **Amargo:** alcaloides y venenos
- **Umami:** glutamato monosódico

En la lengua, son evidentes diversas especializaciones de la mucosa denominadas **papilas linguales** e incluyen cuatro tipos, tres de los cuales poseen papilas gustativas:

- **Filiformes:** papilas pequeñas y las más numerosas; sólo tienen una función mecánica y no poseen papilas gustativas
- **Fungiformes:** papilas en forma de seta que son más numerosas cerca del vértice de la lengua y poseen papilas gustativas
- **Foliadas:** hileras paralelas de papilas concentradas cerca del borde lateral de la lengua que contienen muchas papilas gustativas
- **Circunvaladas:** papilas grandes (aproximadamente 8-12) cerca de la parte posterior del cuerpo de la lengua que poseen papilas gustativas

La mayoría de las papilas gustativas responden a varios «sabores», y nuestros receptores gustativos y olfatorios funcionan en paralelo; la mayoría de los sabores se realzan mediante el gusto y el olfato. Apretar la nariz cerrándola mientras se come disminuirá significativamente la sensación gustativa. Las moléculas, disueltas en la saliva, contactan con las microvellosidades gustativas en el poro gustativo y despolarizan las células gustativas, causando la liberación del neurotransmisor en terminaciones nerviosas aferentes. Los impulsos nerviosos se conducen al SNC a través de los nervios facial (los dos tercios anteriores de la lengua), glosofaríngeo (tercio posterior de la lengua) y vago (epiglotis y paladar) hacia el área gustativa pontina (núcleo parabraquial en el puente). Los axones se proyectan a continuación hacia el tálamo, el hipotálamo y el cuerpo amigdalino y a la corteza gustativa.

COLOREA los siguientes elementos de la lengua y las papilas gustativas, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Papilas circunvaladas**
- ☐ **2. Papilas foliadas**
- ☐ **3. Papilas filiformes**
- ☐ **4. Microvellosidades de las células gustativas en el poro gustativo**
- ☐ **5. Células gustativas**

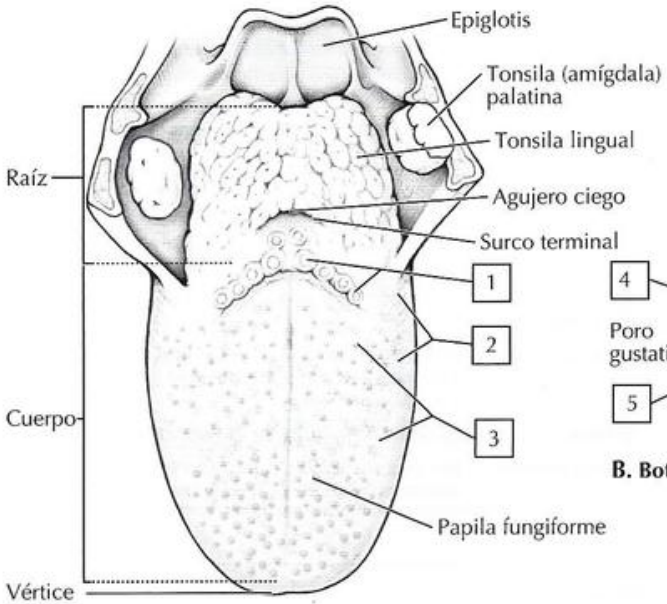
Los quimiorreceptores olfatorios se encuentran en el epitelio olfatorio en el techo de la cavidad nasal. Los receptores son neuronas bipolares cuyas terminaciones dendríticas se proyectan en la cavidad nasal y terminan en un penacho de microvellosidades en una película mucosa. Los olores, disueltos en la película mucosa, se unen a proteínas de unión a odorantes específicos e interactúan con las microvellosidades, despolarizando la neurona olfatoria. Los impulsos se conducen a continuación a lo largo de la prolongación central de la neurona a través de la lámina cribosa a neuronas en el bulbo olfatorio. El tracto olfatorio (NC I) se proyecta centralmente, sin pasar por el tálamo y distribuyéndose hacia diversas áreas corticales, el cuerpo amigdalino y la corteza entorrinal.

Se estima que podemos sentir miles de sustancias, pero la mayoría se pueden reducir a las siguientes seis categorías: floral, etéreo (peras), almizcle, alcanfor (eucalipto), pútrido y picante (vinagre, menta).

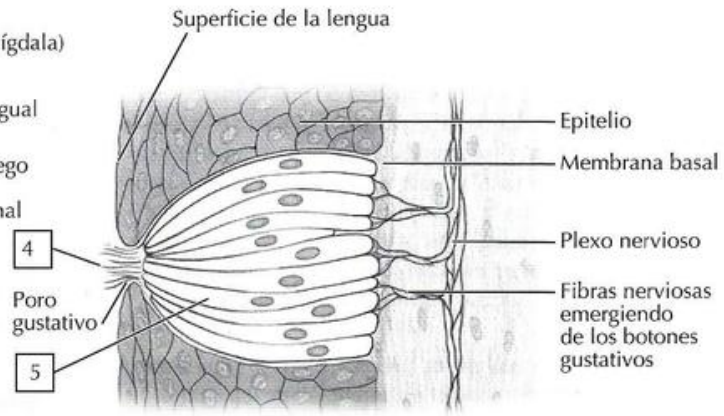
COLOREA los siguientes elementos de los receptores olfatorios, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **6. Región de distribución del epitelio olfatorio en la nariz**
- ☐ **7. Células receptoras olfatorias: sus dendritas y microvellosidades se proyectan en la cavidad nasal, y sus axones discurren a través de la lámina cribosa**

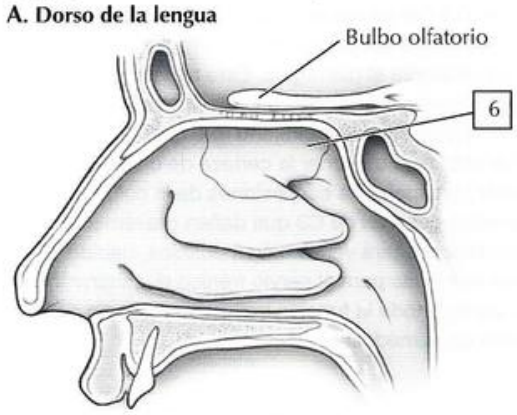
Nota clínica:
Los axones olfatorios son muy frágiles y pueden lesionarse fácilmente por traumatismos. Si están dañados permanentemente uno puede perder el sentido del olfato, lo que se denomina **anosmia.** Las células receptoras olfatorias sobreviven durante aproximadamente un mes y luego son reemplazadas (neuronas bipolares); representan una de las pocas células nerviosas que pueden ser reemplazadas durante toda la vida.



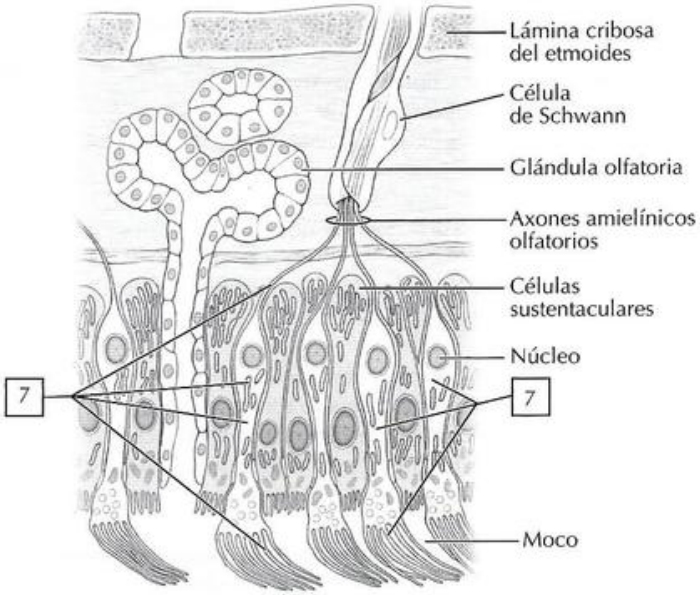
A. Dorso de la lengua



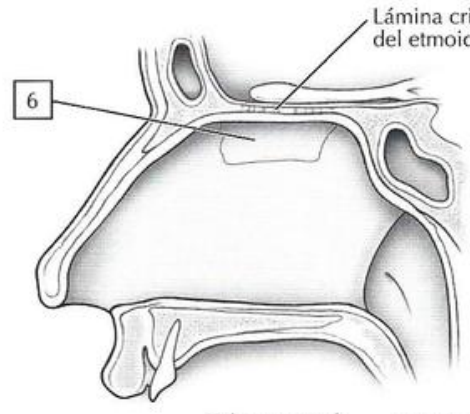
B. Botón gustativo



Pared nasal lateral

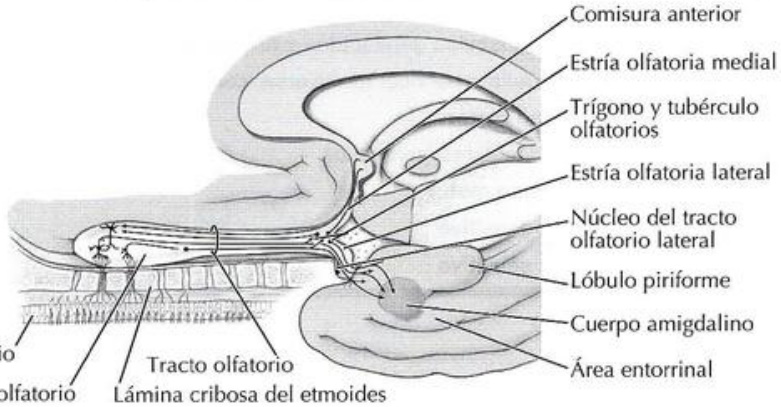


D. Esquema de una sección a través de la mucosa olfatoria



Tabique nasal

C. Receptores olfatorios



E. Vías olfatorias

4 Plexo cervical

Los ramos anteriores (ventrales) de los 31 pares de nervios espinales a menudo se unen entre sí poco después de ramificarse del nervio espinal y forman una red o **plexo nervioso.** Un plexo no es diferente a una vasta red de diferentes vías de ferrocarril que se interconectan en una terminal ferroviaria principal o patio de maniobras. El plexo nervioso es una mezcla de fibras nerviosas de varios niveles adyacentes de la médula espinal que finalmente da origen a varios ramos nerviosos «terminales», que luego pasan hacia la periferia e inervan músculos esqueléticos, articulaciones y la piel. Aunque un músculo puede estar inervado por un solo nervio, ese nervio suele tener fibras de varios niveles de la médula espinal.

El primero y más craneal de los plexos nerviosos es el **plexo cervical,** integrado por los ramos anteriores de los cuatro primeros nervios cervicales. Los ramos motores del plexo, como es típico de todos los nervios espinales, contienen cientos o miles de tres tipos de fibras nerviosas (**motoras somáticas** para el músculo esquelético; **simpáticas posganglionares** que inervan el músculo liso de los folículos pilosos, vasos y glándulas sudoríparas; y **fibras sensitivas**).
Los ramos motores principales incluyen:

- **Asa cervical:** inerva los músculos infrahioideos o «acintados» de la parte anterior del cuello
- **Nervio frénico:** de C3, C4 y C5, este nervio «mantiene el diafragma vivo»; inerva el diafragma, que es fundamental para nuestra respiración
- **Ramos menores:** varios ramos motores más pequeños inervan músculos individuales del cuello

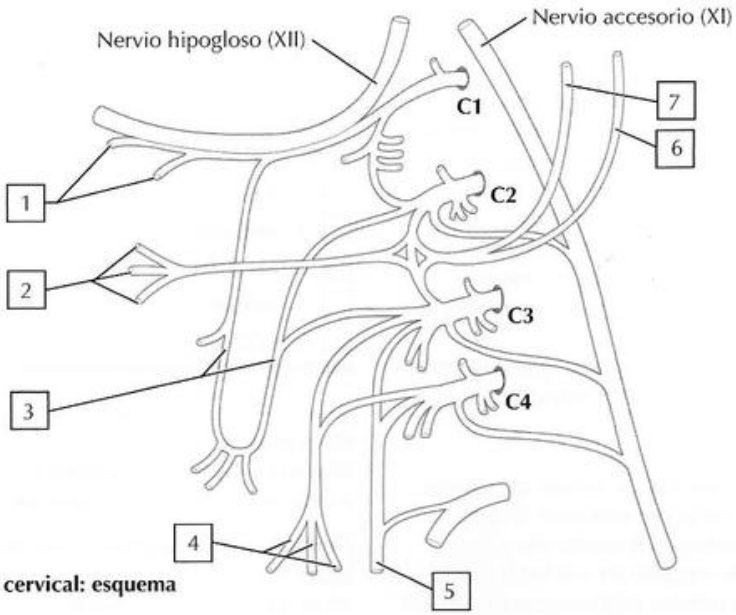
Los restantes ramos del plexo cervical son en gran parte sensitivos, inervan la piel del cuello e incluso envían ramos sensitivos superiormente hacia la piel de alrededor de la oreja y la parte posterior del cuero cabelludo. La tabla resume los ramos del plexo cervical.

NERVIO	INERVACIÓN
C1	Viaja con el NC XII para inervar los músculos genihioideo y tirohioideo
Asa cervical	Asa entre C1 y C3 que envía ramos motores a los músculos infrahioideos
Occipital menor	De C2, es sensitivo para el cuello y cuero cabelludo posterior a la oreja
Auricular mayor	De C2 a C3, es sensitivo para la piel sobre la glándula parótida y parte posterior de la oreja
Transverso del cuello	De C2 a C3, es sensitivo para el triángulo anterior del cuello
Supraclaviculares	De C3 a C4, ramos sensitivos mediales, intermedios y laterales para la piel situada sobre la clavícula y la región del hombro
Frénico	De C3 a C5, nervio motor y sensitivo para el diafragma
Ramos motores	Son pequeños ramos que inervan los músculos escalenos, elevador de la escápula y prevertebrales

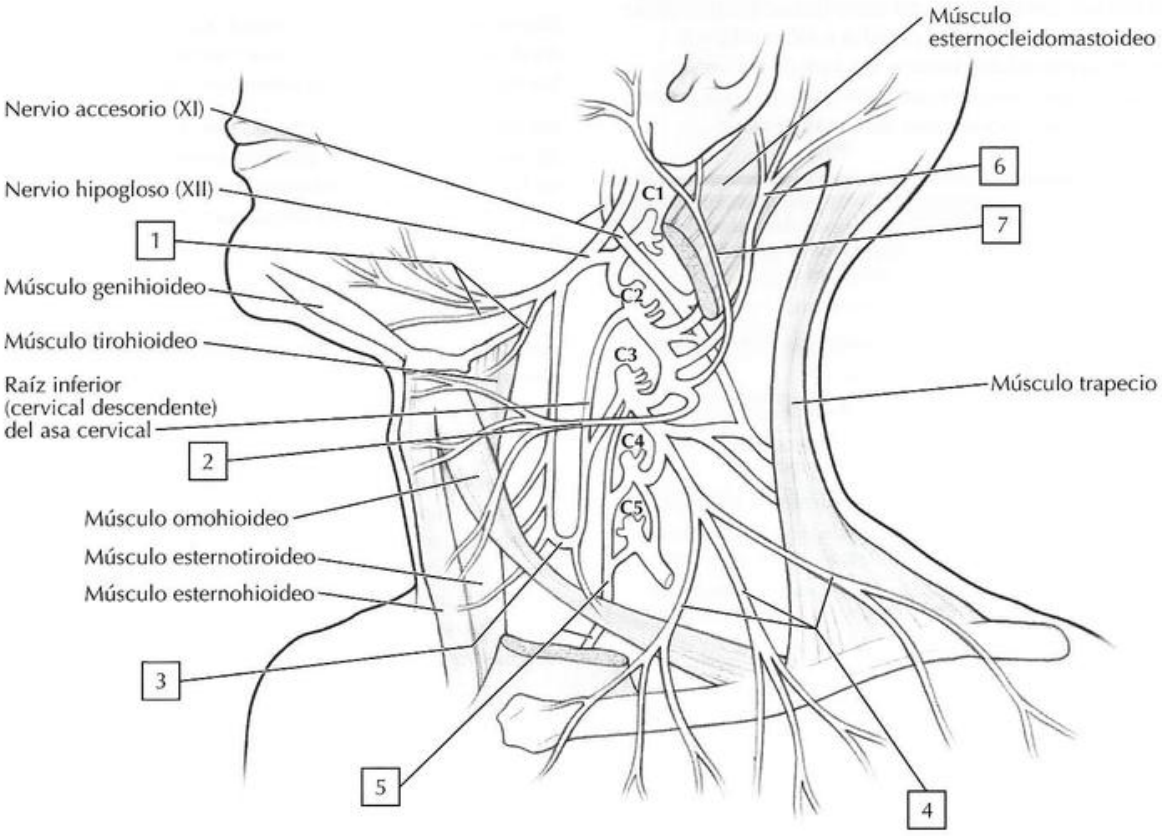
Nota clínica:
El nervio frénico (C3-C5) recibe dos de sus tres contribuciones de segmentos nerviosos del plexo cervical y es un nervio importante, ya que inerva el diafragma. Este nervio pasa a través del tórax en estrecha asociación con el corazón y su saco pericárdico, por lo que cualquier cirujano que opera en el tórax debe identificar este nervio y tener la certeza de conservarlo. Del mismo modo, una persona con lesiones de la columna cervical por encima del nivel de C3 que dañan gravemente la médula espinal necesitará ventilación mecánica, debido a que las fibras nerviosas para el nervio frénico degenerarán. De hecho, se perderá toda la función motora por debajo del nivel de la lesión de la médula espinal.

COLOREA los siguientes ramos del plexo cervical. Colorea los ramos motores de un color y los ramos sensitivos de otro:

- ☐ **1. Nervios para los músculos genihioideo y tirohioideo**
- ☐ **2. Transverso del cuello o cervical transverso: sensitivo**
- ☐ **3. Asa cervical: ramo motor**
- ☐ **4. Nervios supraclaviculares: sensitivos**
- ☐ **5. Nervio frénico: ramo motor**
- ☐ **6. Occipital menor: sensitivo**
- ☐ **7. Auricular mayor: sensitivo**



A. Plexo cervical: esquema



B. Plexo cervical en el cuello

4 Plexo braquial

El plexo braquial está formado por los ramos anteriores de los nervios espinales C5-T1. Este plexo consta de los siguientes componentes descriptivos:

- **Raíces:** cinco ramos anteriores de C5-T1 forman las «raíces» del plexo
- **Troncos:** las cinco raíces se juntan en tres troncos, denominados superior, medio e inferior; todos se encuentran por debajo de la clavícula y por encima de la 1.ª costilla
- **Divisiones:** cada tronco se divide en una división anterior y una división posterior, formándose seis divisiones
- **Fascículos:** todas las divisiones posteriores se combinan para formar el fascículo posterior; los fascículos lateral y medial están formados por combinaciones de las divisiones anteriores
- **Ramos terminales:** el plexo da origen a cinco grandes ramos terminales que inervan los músculos del hombro, el brazo, el antebrazo y la mano

Los tres fascículos del plexo se denominan así por su relación con la arteria axilar, ya que se envuelven alrededor de esta arteria en la axila y la vena o venas que la acompañan; todo el paquete vasculonervioso está envuelto en una vaina fascial denominada vaina axilar. Otros nervios, más pequeños, también se originan de los componentes del plexo braquial para inervar ciertos músculos del dorso y las paredes torácicas lateral y anterior. La siguiente tabla resume algunos de los nervios más importantes del plexo braquial y los músculos que inervan (v. tablas de músculos individuales para más detalles).

ORIGEN DE	NERVIO	MÚSCULOS INERVADOS
Raíces	Dorsal de la escápula	Elevador de la escápula y romboides
	Torácico largo	Serrato anterior
Tronco superior	Supraescapular	Supraespinoso e infraespinoso
	Subclavio	Subclavio
Fascículo lateral	Pectoral lateral	Pectoral mayor
	Musculocutáneo	Músculos del compartimento anterior del brazo
Fascículo medial	Pectoral medial	Pectorales menor y mayor
	Cubital	Algunos músculos del antebrazo y la mayoría de los de la mano
Fascículos medial y lateral	Mediano	La mayoría de los músculos del antebrazo y algunos de la mano
Fascículo posterior	Subescapular superior	Subescapular
	Toracodorsal	Dorsal ancho
	Subescapular inferior	Subescapular y redondo mayor
	Axilar	Deltoides y redondo menor
	Radial	Músculos del compartimento posterior del brazo y antebrazo

COLOREA las cinco raíces, tres troncos, seis divisiones, tres fascículos y cinco ramos terminales del plexo braquial (parte *A*), utilizando un color diferente para cada componente; por ejemplo, rojo para las raíces, azul para los troncos, y así sucesivamente. Colorea también los cinco ramos terminales de los fascículos a medida que pasan hacia el miembro superior (parte *B*), utilizando un color diferente para cada nervio:

- ☐ **1. Axilar**
- ☐ **2. Musculocutáneo**
- ☐ **3. Mediano**
- ☐ **4. Radial**
- ☐ **5. Cubital**

Nota clínica:
Diversas lesiones del miembro superior pueden afectar a uno o más de los ramos terminales del plexo braquial.

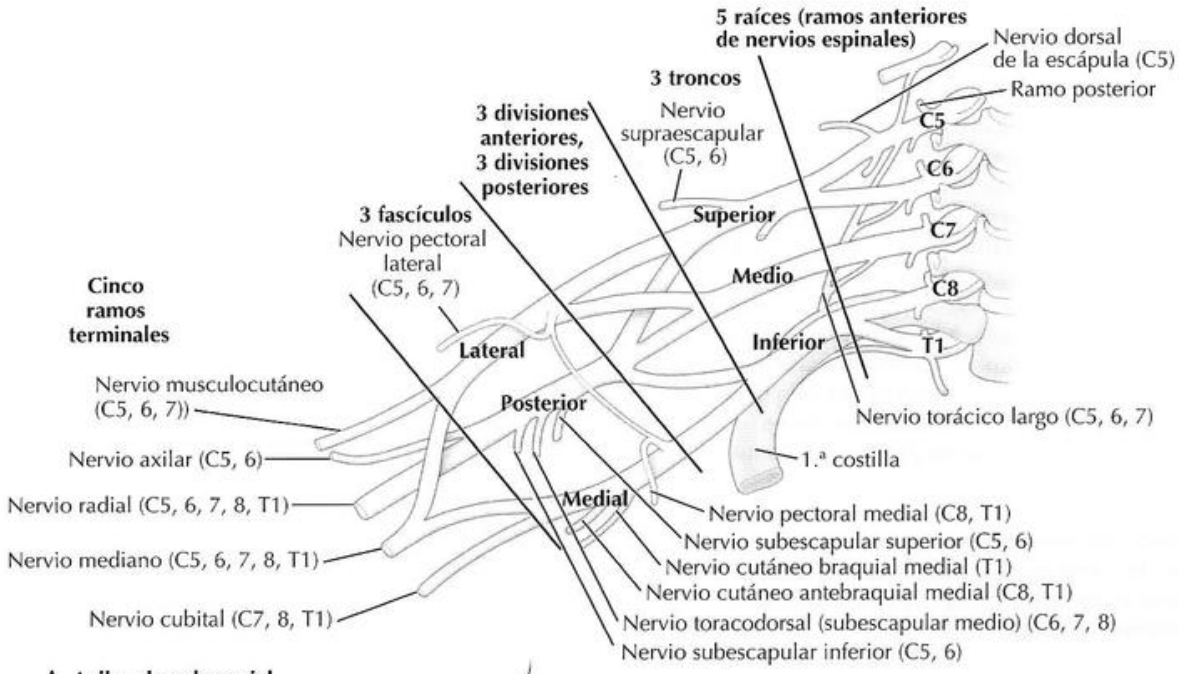
Nervio musculocutáneo: como este nervio discurre a través del brazo y se encuentra protegido por los músculos suprayacentes, no se lesiona con frecuencia.

Nervio axilar: la lesión provocará una disminución en la capacidad para abducir el miembro a nivel del hombro. Un hombro luxado podría estirar este nervio y dañar sus axones.

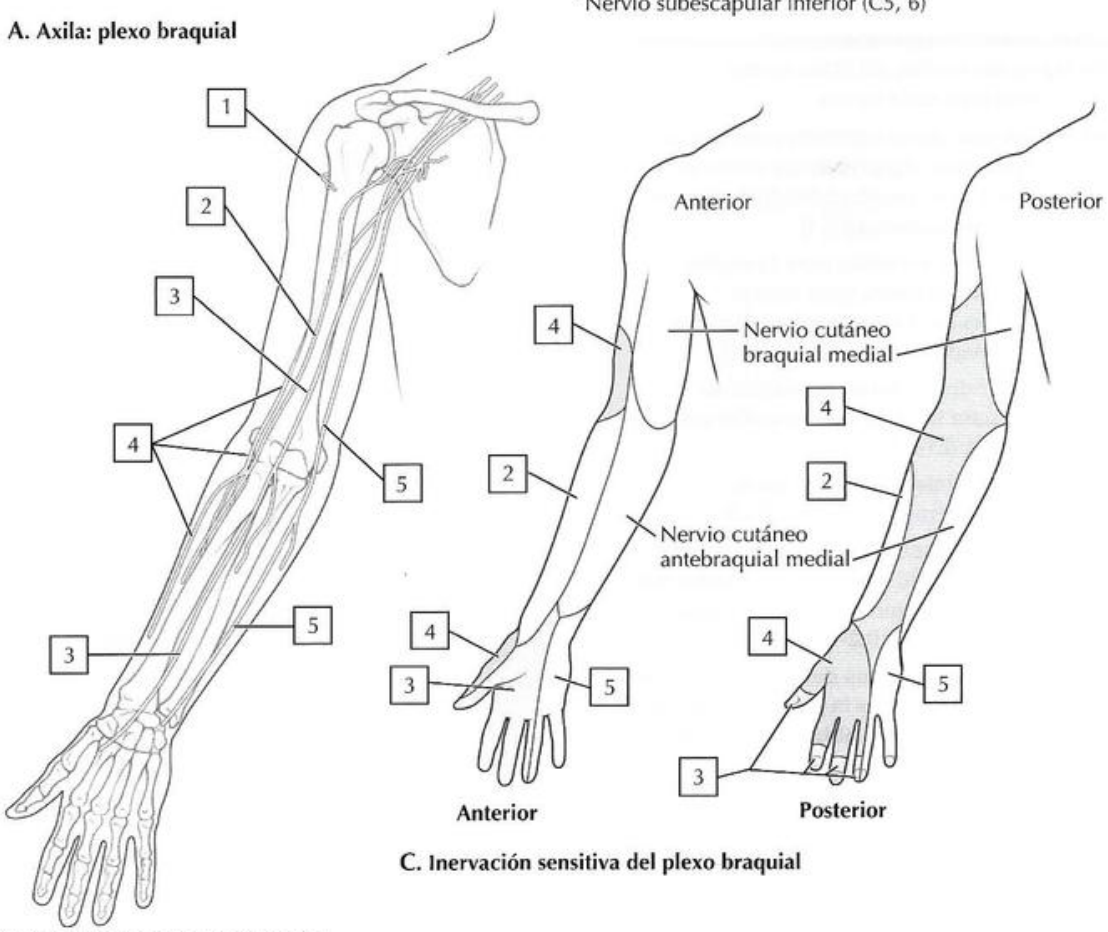
Nervio radial: como este nervio inerva todos los extensores del miembro, una lesión proximal provocará una disminución en la capacidad para extender el codo, el carpo y los dedos. Una lesión algo inferior sólo causará una «mano péndula» (incapacidad para extender la muñeca y los dedos).

Nervio mediano: la lesión provoca la debilidad en la flexión del carpo y la flexión debilitada de los dedos pulgar, índice y medio cuando se pide cerrar el puño. La compresión del nervio a nivel del carpo (síndrome del túnel carpiano) no afectará al movimiento del carpo, pero debilitará la función de los músculos tenares de la mano.

Nervio cubital: la lesión provoca la debilidad en la flexión del carpo y los dedos meñique y anular y, con las articulaciones metacarpofalángicas (MF) de esos mismos dedos en hiperextensión, se produce una «mano en garra», característica de una lesión del nervio cubital. También se puede producir atrofia de la eminencia hipotenar. El nervio cubital es el nervio del miembro superior más frecuentemente lesionado.



A. Axila: plexo braquial



C. Inervación sensitiva del plexo braquial

B. Nervios del miembro superior

4 Plexo lumbar

El plexo lumbar está formado por los ramos anteriores de los nervios espinales L1-L4. Los principales componentes motores de este plexo se incluyen en los siguientes nervios:

- **Nervio femoral:** de L2-L4, este nervio inerva los músculos anteriores del muslo (en general, extensores de la rodilla)
- **Nervio obturador:** de L2-L4, este nervio inerva los músculos mediales del muslo (en general, aductores de la cadera)
- **Nervio genitofemoral:** motor para el músculo cremáster (una cubierta del cordón espermático) en el varón y sensitivo para la parte anteromedial del muslo en ambos sexos

Un gran tronco nervioso de la parte inferior del plexo lumbar, denominado **tronco lumbosacro,** se continúa hacia la pelvis y se une a ramos anteriores de los nervios sacros para formar el **plexo sacro** (L4-S4). Los nervios de estos dos plexos inervan músculos de la pelvis, el periné y todos los músculos del miembro inferior.

Los componentes sensitivos del plexo lumbar inervan la región inguinal y las caras medial, anterior y lateral del muslo y anteromedial de la pierna y el tobillo (v. tablas de músculos individuales para más detalles).

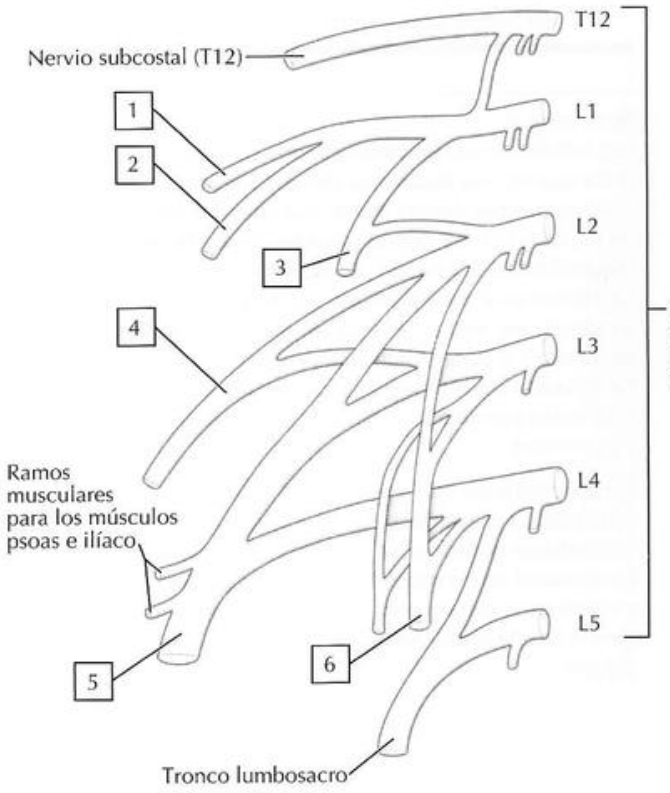
COLOREA los siguientes nervios del plexo lumbar, utilizando un color diferente para cada nervio:

1. **Iliohipogástrico: en gran parte sensitivo para la región inguinal, pero proporciona algunas fibras motoras para varios músculos de la pared abdominal (oblicuo interno y transverso del abdomen) (L1)**
2. **Ilioinguinal: en gran parte sensitivo para la región inguinal y los genitales externos, pero aporta algunas fibras motoras para los mismos músculos abdominales mencionados anteriormente (L1)**
3. **Genitofemoral: motor del músculo cremáster en el varón y sensitivo para la parte anteromedial del muslo en ambos sexos (L1-L2)**
4. **Nervio cutáneo femoral lateral: en gran parte sensitivo para la cara lateral del muslo (L2-L3)**
5. **Femoral: motor de los músculos del compartimento anterior del muslo y sensitivo para la cara anterior del muslo y anteromedial de la pierna y el tobillo; pasa profundo al ligamento inguinal (L2-L4)**
6. **Obturador: motor de los músculos del compartimento medial del muslo y sensitivo para la parte medial del muslo; pasa a través del agujero obturado para entrar en la parte medial del muslo (L2-L4)**

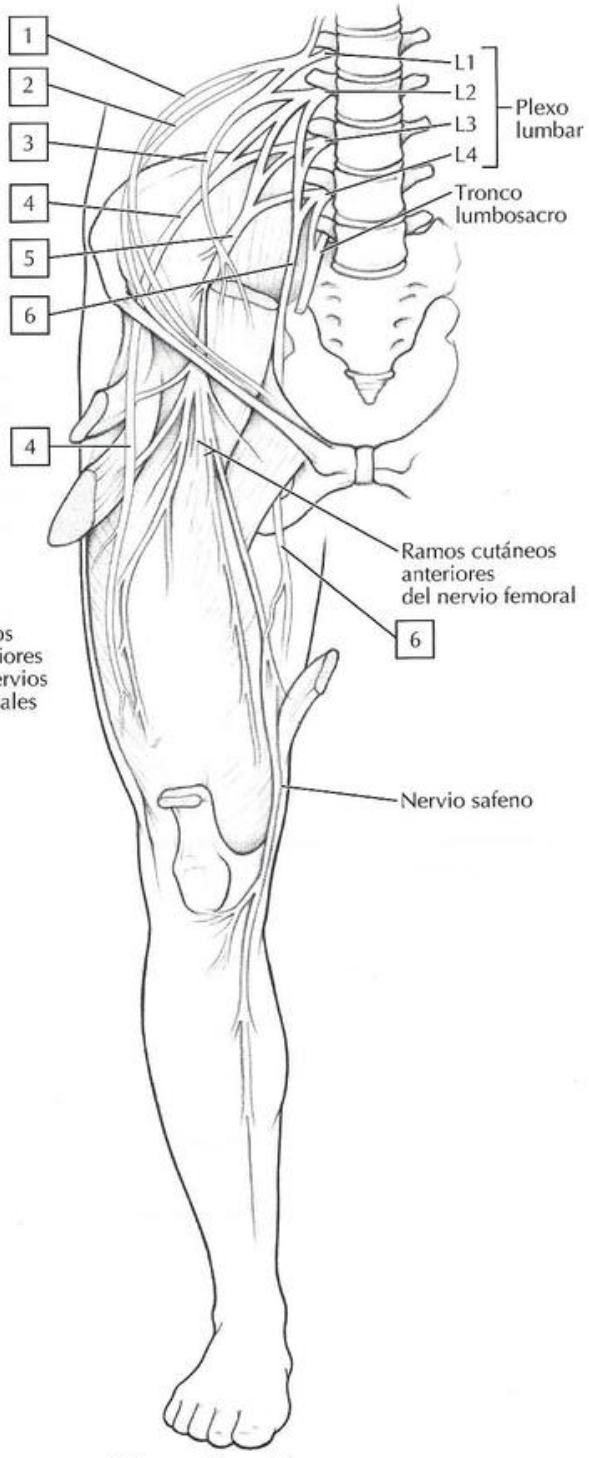
Nota clínica:
Diversas lesiones en el miembro inferior pueden afectar a uno o más de los grandes nervios que inervan los músculos del muslo. (Los trastornos resultantes tendrán más sentido si también revisas los compartimentos musculares del miembro inferior.) Algunos ejemplos son:

Nervio femoral: la lesión provocará una disminución en la capacidad para extender la rodilla. El paciente puede tener que empujar el muslo anteriormente al colocar el miembro afectado en el suelo durante la marcha para «forzar» la rodilla a una posición extendida.

Nervio obturador: la lesión provocará una disminución en la capacidad para aducir la cadera. El nervio obturador se encuentra por debajo de varias capas de músculos y está bien protegido en el muslo, excepto si se corta por una laceración profunda. La mayoría de las lesiones del nervio se producen cuando pasa a través de la pelvis (p. ej., traumatismo pélvico en accidentes automovilísticos).



A. Plexo lumbar



B. Inervación cutánea

4 Plexo sacro

El plexo sacro está formado por los ramos anteriores de los nervios espinales L4-S4. Los principales componentes motores del plexo sacro se resumen en la tabla. En general, el plexo sacro inerva:

- Músculos que forman las paredes y el suelo de la cavidad pélvica
- Músculos de la región glútea (nalgas)
- Músculos del periné
- Músculos de la cara posterior del muslo (isquiotibiales)
- Todos los músculos de la pierna y el pie

El nervio más grande del cuerpo, el **nervio ciático,** se origina del plexo sacro (a veces denominado plexo lumbosacro), con contribuciones de fibras nerviosas de L4-S3. La contribución lumbar proviene de la unión del tronco lumbosacro (L4-L5), que se une a los cuatro primeros nervios sacros para formar el plexo. El nervio ciático es en realidad la combinación de dos nervios para formar uno:

- **Nervio tibial:** inerva los tres músculos isquiotibiales de la cara posterior del muslo, el compartimento posterior de la pierna y todos los músculos de la planta del pie (a través de los ramos plantares)
- **Peroneo común:** inerva la cabeza corta del bíceps femoral en la cara posterior del muslo y los compartimentos lateral y anterior de la pierna (v. tablas de músculos individuales para más detalles)

La distribución sensitiva del plexo sacro incluye el periné, la región glútea, las caras posterior del muslo y posterolateral de la pierna y el tobillo y todo el pie.

DIVISIÓN Y NERVIO	INERVACIÓN
	Anterior
Pudendo (S2-S4)	Proporciona inervación motora y sensitiva para el periné
Tibial (L4-S3)	Inerva los músculos posteriores del muslo, los músculos posteriores de la pierna y la planta del pie; junto con el nervio peroneo común, forma el nervio ciático (el mayor nervio del cuerpo)
	Posterior
Glúteo superior (L4-S1)	Inerva varios músculos glúteos
Glúteo inferior (L5-S2)	Inerva el músculo glúteo mayor
Peroneo común (L4-S2)	Porción del nervio ciático (con el tibial) que inerva los músculos de los compartimentos lateral y anterior de la pierna y dorso del pie

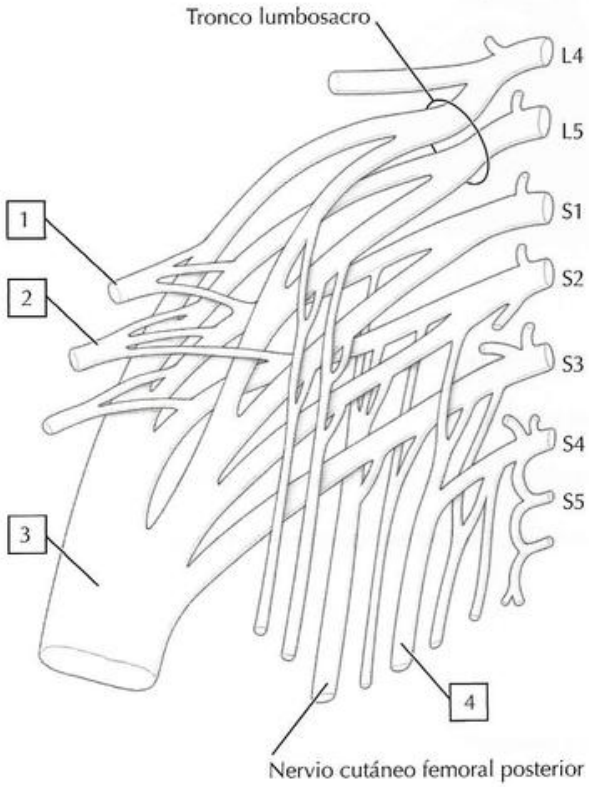
COLOREA los siguientes nervios del plexo sacro, utilizando un color diferente para cada nervio:

1. ☐ **Glúteo superior: motor y sensitivo para dos de los tres músculos glúteos y el músculo tensor de la fascia lata**
2. ☐ **Glúteo inferior: motor y sensitivo para el músculo glúteo mayor**
3. ☐ **Ciático: motor para la parte posterior del muslo y todos los músculos por debajo de la rodilla; sensitivo para las caras posterior del muslo, posterolateral de la pierna y el tobillo y todo el pie**
4. ☐ **Pudendo (significa «vergonzoso»): motor y sensitivo del periné y los genitales externos**

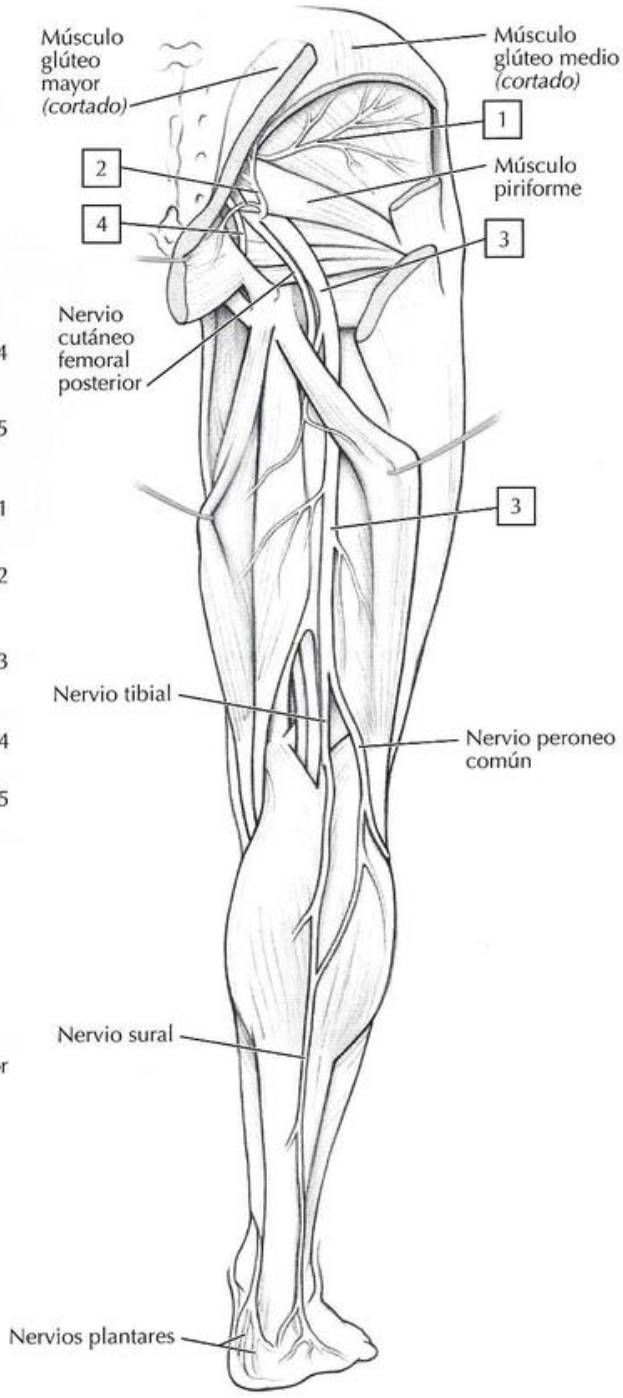
Nota clínica:

Los individuos que practican deporte pueden quejarse de dolor cuando una lesión está de hecho relacionada con la columna lumbar (**hernia discal** que pinza las raíces nerviosas de L4, L5 o S1), los glúteos (**bursitis** o **tirón de los músculos isquiotibiales**) o la región pélvica (trastornos intrapélvicos). La **ciática** es el dolor asociado con el gran nervio ciático y, a menudo, se nota en la nalga y/o irradia por la cara posterior del muslo y la cara posterolateral de la pierna. Como se ha señalado anteriormente, puede ser debido a múltiples problemas (hernia discal, traumatismo directo, inflamación, compresión).

El nervio peroneo común es el nervio más frecuentemente lesionado en el miembro inferior. Es más vulnerable al traumatismo cuando pasa alrededor de la cabeza del peroné. La debilidad de los músculos de los compartimentos anterior y lateral de la pierna conduce a un **«pie caído»** (una incapacidad para la flexión dorsal adecuada del pie) y la eversión debilitada del pie.



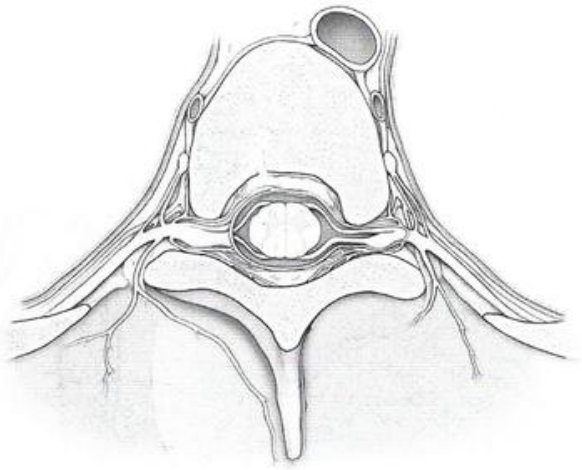
A. Plexo sacro



B. Distribución del plexo sacro en el miembro inferior

PREGUNTAS DE REPASO

Para cada descripción (1-3), colorea la estructura relevante en la imagen.



1. Los cuerpos (somas) de las células nerviosas de nervios aferentes (sensitivos) se encuentran en esta estructura (colorear de rojo).

2. Esta estructura inerva los músculos intrínsecos del dorso (colorear de azul).

3. Esta estructura contiene fibras eferentes somáticas y fibras simpáticas preganglionares (colorear de verde).

4. En la esclerosis múltiple, la mielina del SNC se destruye progresivamente. ¿Cuál de las siguientes células mieliniza axones del SNC?
   A. Astrocitos
   B. Microglía
   C. Oligodendrocitos
   D. Células de Schwann
   E. Tanicitos

5. ¿En cuál de las siguientes estructuras se localiza la corteza motora primaria?
   A. Giro del cíngulo
   B. Cuerpo calloso
   C. Ínsula
   D. Giro precentral
   E. Tálamo

6. La bradicinesia (movimientos lentos) y el temblor de reposo sugieren que un paciente padece enfermedad de Parkinson y una reducción de la liberación de dopamina de la sustancia negra. ¿Cuál de las siguientes regiones del encéfalo es el área de destino para estas neuronas secretoras de dopamina?
   A. Cuerpo amigdalino
   B. Giro del cíngulo
   C. Hipocampo
   D. Globo pálido
   E. Tálamo

7. Un paciente se presenta con una fractura de húmero y la mano péndula. ¿Cuál de los siguientes nervios es más probable que esté lesionado?
   A. Axilar
   B. Mediano
   C. Musculocutáneo
   D. Radial
   E. Cubital

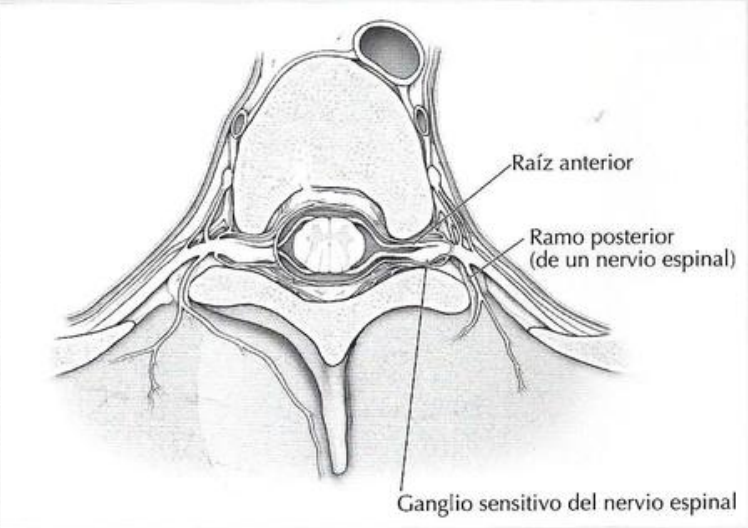
8. ¿Cuál es el nervio más grande del cuerpo humano? (Pista: inerva la mayor parte de los músculos del miembro inferior.) _____

9. ¿Qué nervio craneal tiene tres grandes divisiones? _____

10. ¿Qué nervio craneal inerva la glándula salivar submandibular? _____

CLAVE DE RESPUESTAS

1. Ganglio sensitivo del nervio espinal
2. Ramo posterior (dorsal) (de un nervio espinal)
3. Raíz anterior (ventral)



4. C
5. D
6. D
7. D
8. Nervio ciático (combinado de los nervios tibial y peroneo común)
9. Nervio trigémino (NC V)
10. Nervio facial (NC VII) a través de sus fibras parasimpáticas

Capítulo 5 **Sistema cardiovascular**

© 2015. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

5 Composición de la sangre

La sangre se compone de los siguientes elementos formes:
- Plaquetas
- Leucocitos o glóbulos blancos
- Hematíes, eritrocitos o glóbulos rojos
- Plasma

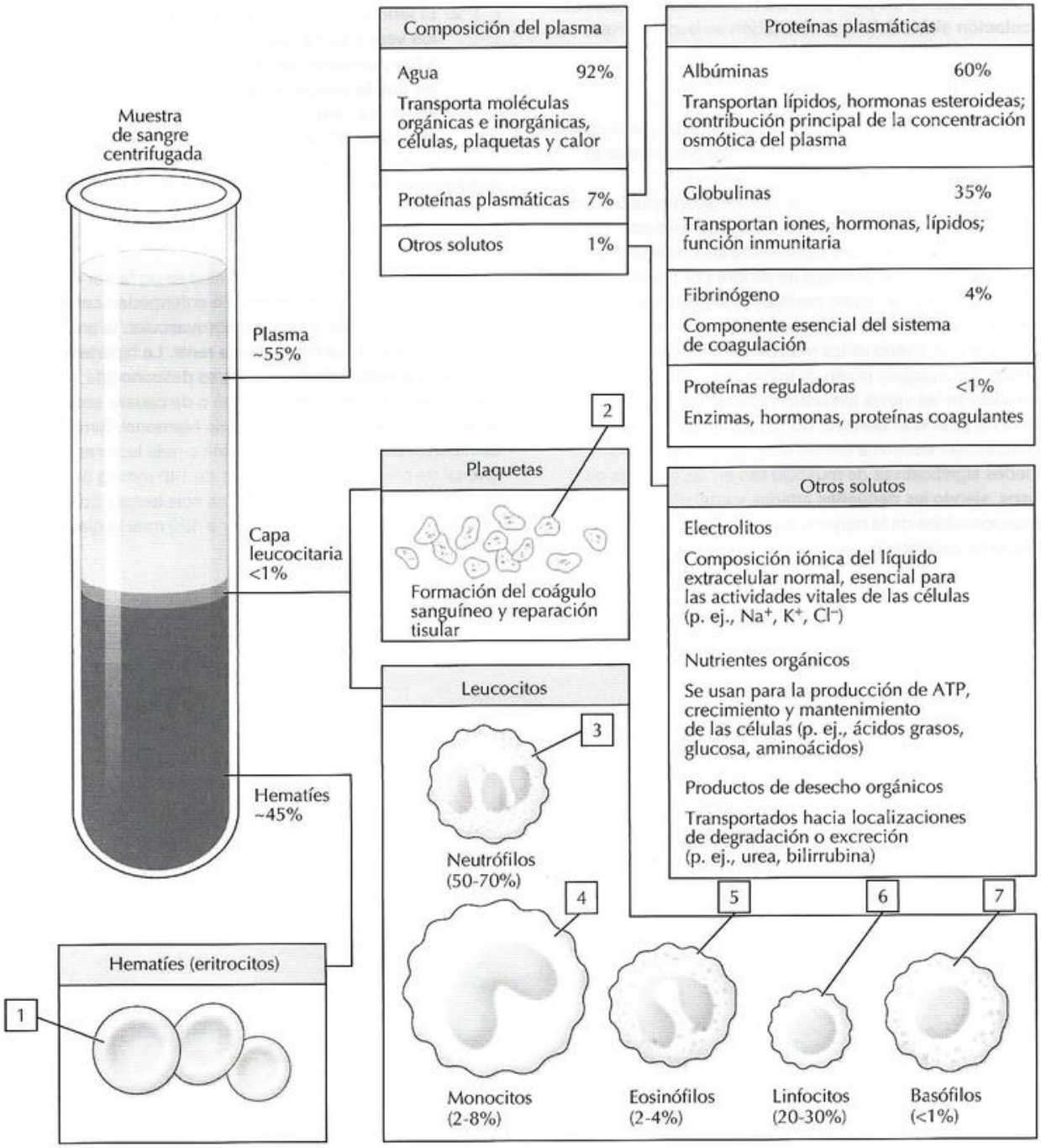
La sangre es un **tejido conectivo líquido** que circula a través de las arterias para llegar a los tejidos del cuerpo y regresa al corazón a través de las venas. Las funciones de la sangre incluyen:
- Transporte de gases disueltos, nutrientes, productos de desecho del metabolismo y hormonas hacia y desde los tejidos
- Prevención de la pérdida de líquidos a través de los mecanismos de coagulación
- Actividades de defensa inmunitaria
- Regulación del pH y equilibrio electrolítico
- Termorregulación mediante la contracción y dilatación de los vasos sanguíneos

Cuando se centrifuga la sangre en una centrifugadora, los eritrocitos o hematíes se precipitan al fondo del tubo, donde comprenden aproximadamente el 45% del volumen de sangre. La siguiente capa es una «capa leucocitaria», que comprende un poco menos del 1% del volumen de sangre e incluye los glóbulos blancos (leucocitos) y las plaquetas. El 55% restante del volumen de sangre es el **plasma** (el **suero** es plasma con los factores de coagulación eliminados), que incluye:
- Agua
- Proteínas plasmáticas
- Otros solutos (electrolitos, nutrientes orgánicos, residuos orgánicos)

El volumen de glóbulos rojos empaquetados representa el **hematocrito,** que normalmente varía de aproximadamente del 40-50% en varones al 35-45% en mujeres. La «capa leucocitaria» incluye plaquetas y glóbulos blancos. Los glóbulos blancos incluyen los siguientes tipos de leucocitos (v. lámina 6-2):
- **Neutrófilos:** los más numerosos de los leucocitos granulares (y de todos los glóbulos blancos, granulares y agranulares); poseen un núcleo multilobulado, actúan como fagocitos en las zonas de inflamación y viven de 8 a 12 horas en la sangre y alrededor de 1 a 2 días en el compartimento extravascular
- **Eosinófilos:** son leucocitos granulares que responden a reacciones alérgicas, participan en la respuesta inmunitaria, fagocitosis de complejos antígeno-anticuerpo, viven aproximadamente de 8 a 12 horas en la sangre y durante un período de tiempo desconocido en los tejidos conectivos
- **Linfocitos:** el tipo más común de leucocitos agranulares; hay de tres tipos (células B que derivan de la médula ósea y producen anticuerpos circulantes; células T que derivan de la médula ósea, pero completan su diferenciación en el timo, son células citotóxicas, colaboradoras o cooperadoras, o supresoras de la inmunidad mediada por células, y células asesinas naturales [«natural killer», NK] que destruyen las células infectadas por virus)
- **Basófilos:** leucocitos menos numerosos; son granulares, actúan en las reacciones inmunitaria, alérgica e inflamatoria, liberan sustancias vasoactivas que pueden conducir a reacciones de hipersensibilidad o alérgicas y viven en la sangre durante aproximadamente 8 horas y durante un período de tiempo desconocido en los tejidos conectivos
- **Monocitos:** los más grandes de los leucocitos; son agranulares, viajan desde la médula ósea hacia el tejido conectivo, donde se diferencian en macrófagos; viven como monocitos en la sangre unas 16 horas y durante un período indeterminado de tiempo en los tejidos conectivos como macrófagos

COLOREA las siguientes células de la sangre, utilizando los colores sugeridos:

- ☐ **1. Glóbulos rojos, hematíes o eritrocitos: no poseen núcleo como las células maduras (rojo)**
- ☐ **2. Plaquetas (amarillo)**
- ☐ **3. Neutrófilos (colorea el núcleo multilobulado de lila o azul oscuro y el citoplasma de azul claro)**
- ☐ **4. Monocitos (colorea el núcleo en forma de media luna de lila o azul oscuro y el citoplasma de azul claro)**
- ☐ **5. Eosinófilos (colorea el núcleo de azul oscuro o lila, los pequeños gránulos citoplasmáticos de rojo y el citoplasma que los rodea de azul claro)**
- ☐ **6. Linfocitos (colorea el núcleo de azul o lila y el citoplasma de azul claro)**
- ☐ **7. Basófilos (colorea el núcleo de azul oscuro o lila, los gránulos citoplasmáticos de azul oscuro y el citoplasma que los rodea de azul claro)**


Muestra de sangre centrifugada
Plasma ~55%
Capa leucocitaria <1%
Hematíes ~45%
Composición del plasma
Agua 92%
Transporta moléculas orgánicas e inorgánicas, células, plaquetas y calor
Proteínas plasmáticas 7%
Otros solutos 1%
Proteínas plasmáticas
Albúminas 60%
Transportan lípidos, hormonas esteroideas; contribución principal de la concentración osmótica del plasma
Globulinas 35%
Transportan iones, hormonas, lípidos; función inmunitaria
Fibrinógeno 4%
Componente esencial del sistema de coagulación
Proteínas reguladoras <1%
Enzimas, hormonas, proteínas coagulantes
2
Plaquetas
Formación del coágulo sanguíneo y reparación tisular
Otros solutos
Electrolitos
Composición iónica del líquido extracelular normal, esencial para las actividades vitales de las células (p. ej., Na^+, K^+, Cl^-)
Nutrientes orgánicos
Se usan para la producción de ATP, crecimiento y mantenimiento de las células (p. ej., ácidos grasos, glucosa, aminoácidos)
Productos de desecho orgánicos
Transportados hacia localizaciones de degradación o excreción (p. ej., urea, bilirrubina)
Leucocitos
3
Neutrófilos (50-70%)
4
5
6
7
Monocitos (2-8%)
Eosinófilos (2-4%)
Linfocitos (20-30%)
Basófilos (<1%)
Hematíes (eritrocitos)
1

5 Organización general

El sistema cardiovascular consta de los siguientes componentes:

- **Corazón:** bombea la sangre a través de la circulación
- **Circulación pulmonar:** una circulación de bucle cerrado entre el corazón y los pulmones para el intercambio gaseoso
- **Circulación sistémica:** una circulación en bucle cerrado entre el corazón y todos los tejidos del cuerpo

Los vasos del sistema circulatorio son los siguientes:

- **Arterias:** cualquier vaso que transporta sangre desde el corazón
- **Venas:** cualquier vaso que devuelve la sangre al corazón

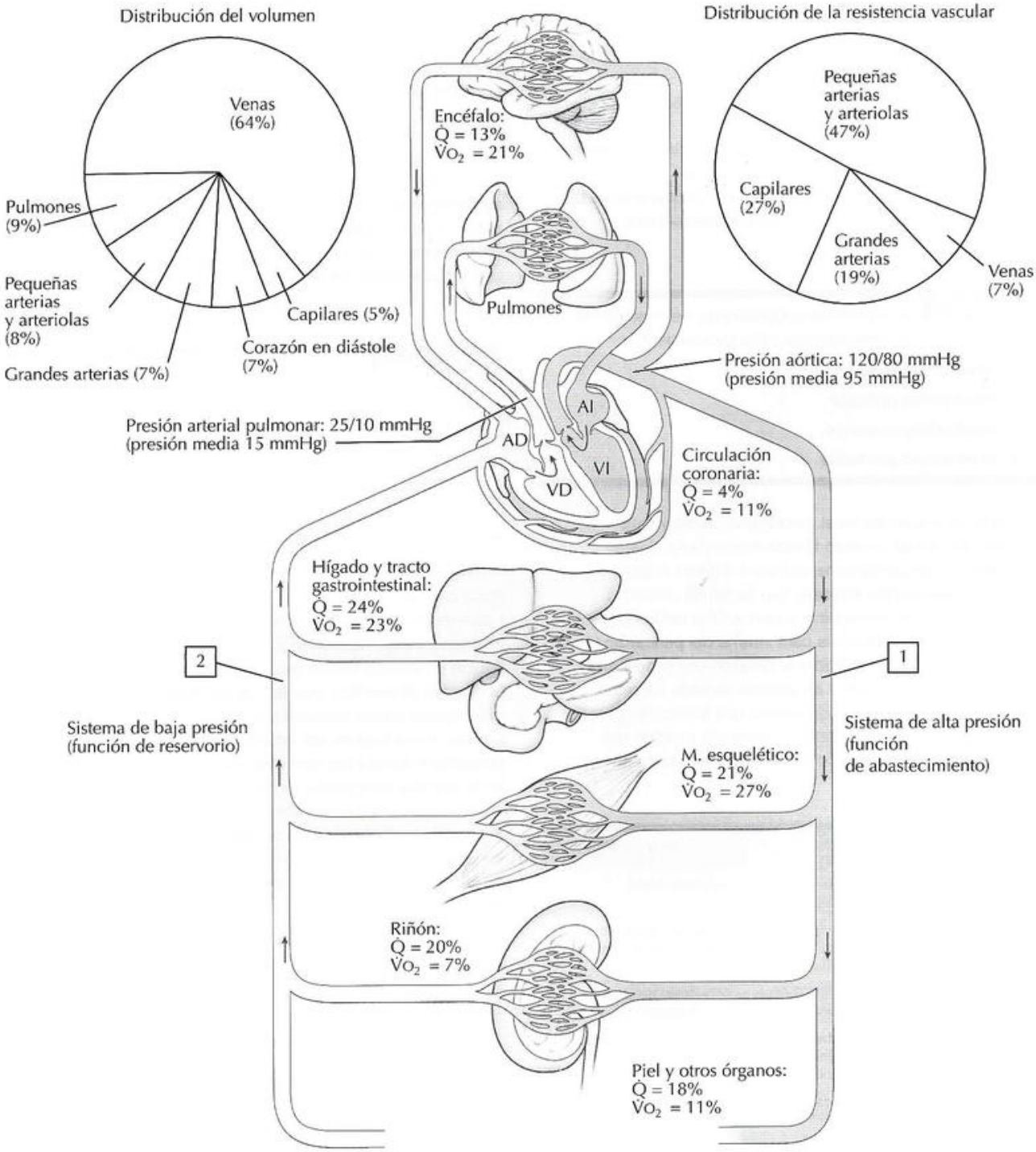
En reposo, el gasto cardíaco es de aproximadamente 5 l/min, tanto en la circulación pulmonar como en la sistémica. En la ilustración se muestran, en diversos sistemas de órganos en estado de reposo, el volumen de sangre por minuto ($\dot{Q}$), como un porcentaje del gasto cardíaco, y en relación con el porcentaje de volumen de oxígeno utilizado por minuto ($\dot{V}O_2$). Observa que el encéfalo utiliza más del 20% del oxígeno disponible. En cualquier punto, la mayor parte de la sangre (64%) reside en las venas (un sistema de baja presión) y se devuelve hacia el lado derecho del corazón. El lado arterial de la circulación sistémica (un sistema de alta presión) posee cantidades significativas de músculo liso en las paredes de los vasos, siendo las pequeñas arterias y arteriolas en gran parte responsables de la mayoría de la resistencia vascular en el sistema circulatorio.

COLOREA

- ☐ **1. El lado arterial (lado derecho) del esquema central, de rojo**
- ☐ **2. El lado venoso (lado izquierdo), de azul. Observa que los vasos que pasan desde el ventrículo derecho (VD) a los pulmones son las arterias pulmonares (a pesar de que la sangre está menos saturada de oxígeno) y que los vasos desde los pulmones al atrio izquierdo (AI) se denominan venas pulmonares (sangre totalmente saturada de oxígeno)**

Nota clínica:

La **hipertensión** (presión arterial alta) es un factor de riesgo importante para la aterogénesis, la enfermedad cardiovascular aterosclerótica, el accidente cerebrovascular, la enfermedad arterial coronaria y la insuficiencia renal. La hipertensión puede ser el resultado de una causa desconocida (idiopática o hipertensión esencial) o de causas secundarias (p. ej., medicamentos, desequilibrio hormonal, tumores). La hipertensión se define como dos o más lecturas de la presión arterial de presión sistólica mayor de 140 mmHg o una presión diastólica mayor de 90 mmHg. Una sola lectura por encima de 210 mmHg sistólica o superior a 120 mmHg diastólica también indica hipertensión.


Distribución del volumen
Venas (64%)
Pulmones (9%)
Pequeñas arterias y arteriolas (8%)
Grandes arterias (7%)
Capilares (5%)
Corazón en diástole (7%)
Distribución de la resistencia vascular
Pequeñas arterias y arteriolas (47%)
Capilares (27%)
Grandes arterias (19%)
Venas (7%)
Encéfalo:
Q̇ = 13%
V̇O2 = 21%
Pulmones
Presión aórtica: 120/80 mmHg (presión media 95 mmHg)
Presión arterial pulmonar: 25/10 mmHg (presión media 15 mmHg)
AI
AD
VI
VD
Circulación coronaria:
Q̇ = 4%
V̇O2 = 11%
Hígado y tracto gastrointestinal:
Q̇ = 24%
V̇O2 = 23%
2
1
Sistema de baja presión (función de reservorio)
Sistema de alta presión (función de abastecimiento)
M. esquelético:
Q̇ = 21%
V̇O2 = 27%
Riñón:
Q̇ = 20%
V̇O2 = 7%
Piel y otros órganos:
Q̇ = 18%
V̇O2 = 11%

5 Corazón I

La cavidad torácica se divide en dos sacos pleurales, izquierdo y derecho, que contienen los pulmones, y un «espacio intermedio» denominado **mediastino.** El mediastino se subdivide en las siguientes regiones:

- **Superior:** se sitúa profundo al manubrio del esternón y contiene los grandes vasos (vena cava superior y aorta)
- **Inferior:** tiene 3 subdivisiones propias:
- **Anterior:** se sitúa profundo al cuerpo del esternón y contiene un poco de grasa y tejido conectivo
- **Medio:** se sitúa profundo al mediastino anterior y contiene el corazón encerrado en su saco pericárdico
- **Posterior:** se sitúa profundo al corazón y contiene la aorta torácica descendente, el conducto linfático torácico y el esófago

COLOREA las siguientes subdivisiones del mediastino, utilizando un color diferente para cada subdivisión:

- ☐ **1. Mediastino medio**
- ☐ **2. Mediastino anterior**
- ☐ **3. Mediastino superior**
- ☐ **4. Mediastino posterior**

El corazón se encuentra en el mediastino medio y está encerrado dentro de un saco fibroso fuerte denominado **pericardio.** El pericardio tiene una capa externa resistente denominada **pericardio fibroso,** que se refleja sobre los grandes vasos en el mediastino superior. Una lámina parietal del pericardio seroso tapiza la cara interna del pericardio fibroso y a continuación se refleja sobre el corazón como pericardio seroso visceral **(epicardio).** Las láminas serosas secretan una película delgada de líquido seroso que lubrica las paredes del pericardio y reduce la fricción creada por el latido del corazón. Las características del pericardio se resumen en la siguiente tabla.

ESTRUCTURA	DEFINICIÓN
Pericardio fibroso	Lámina externa, fuerte, que se refleja sobre los grandes vasos
Pericardio seroso	Lámina que tapiza la cara interna del pericardio fibroso (lámina parietal); se refleja sobre el corazón como epicardio (lámina visceral)
Inervación	Nervio frénico (C3-5) para conducción del dolor; inervación vasomotora vía nervios simpáticos
Seno transverso	Espacio posterior a la aorta y el tronco pulmonar; se pueden pinzar los vasos con los dedos en este seno y por encima
Seno oblicuo	Espacio pericárdico posterior al corazón

COLOREA los componentes del pericardio, utilizando un color diferente para cada componente:

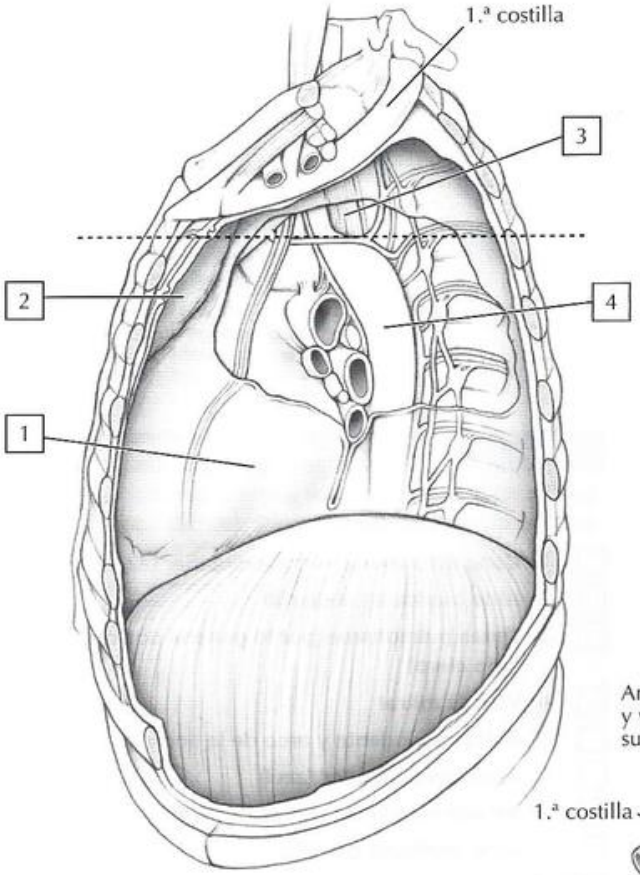
- ☐ **5. Pericardio fibroso**
- ☐ **6. Lámina parietal del pericardio seroso**
- ☐ **7. Lámina visceral del pericardio seroso (epicardio)**

Observa que cuando se examina in situ, el corazón no puede verse porque está encerrado dentro del saco pericárdico. Los grandes vasos en el mediastino superior son visibles superiormente al pericardio y se pueden ver los restos adiposos del timo que recubren la porción superior del pericardio. La base del pericardio y el corazón se encuentran sobre el diafragma, con los pulmones bordeando el pericardio a cada lado.

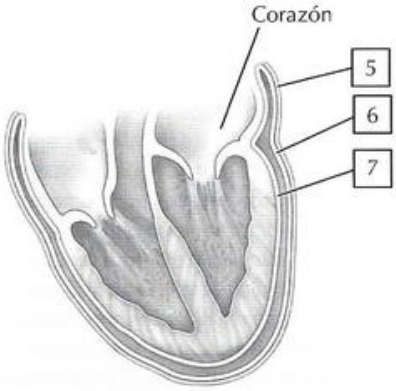
COLOREA los siguientes elementos del pericardio in situ, utilizando los colores sugeridos:

- ☐ **8. Arco de la aorta (rojo)**
- ☐ **9. Timo (amarillo)**
- ☐ **10. Vena cava superior (azul)**
- ☐ **11. Pericardio (gris o marrón)**

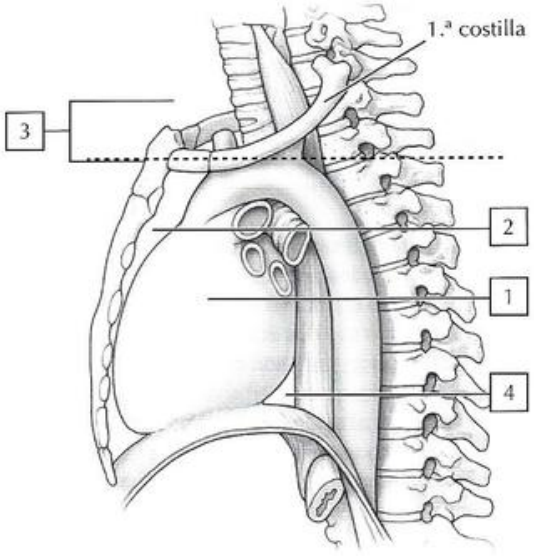
Nota clínica:
Las enfermedades del pericardio implican condiciones inflamatorias **(pericarditis)** y derrames (acumulación de líquido en el saco pericárdico). Además, los sangrados en la cavidad pericárdica pueden causar **taponamiento cardíaco.** El sangrado puede deberse a la ruptura de un aneurisma aórtico, a una ruptura por infarto de miocardio o a una lesión penetrante (herida por arma blanca). La acumulación de sangre en la cavidad pericárdica se denomina **hemopericardio** y compromete el latido del corazón, disminuye el retorno venoso al corazón y afecta al gasto cardíaco. La acumulación de sangre tiene que extraerse de la cavidad pericárdica y debe iniciarse la reparación apropiada, ya que esto a menudo es una afección potencialmente mortal.



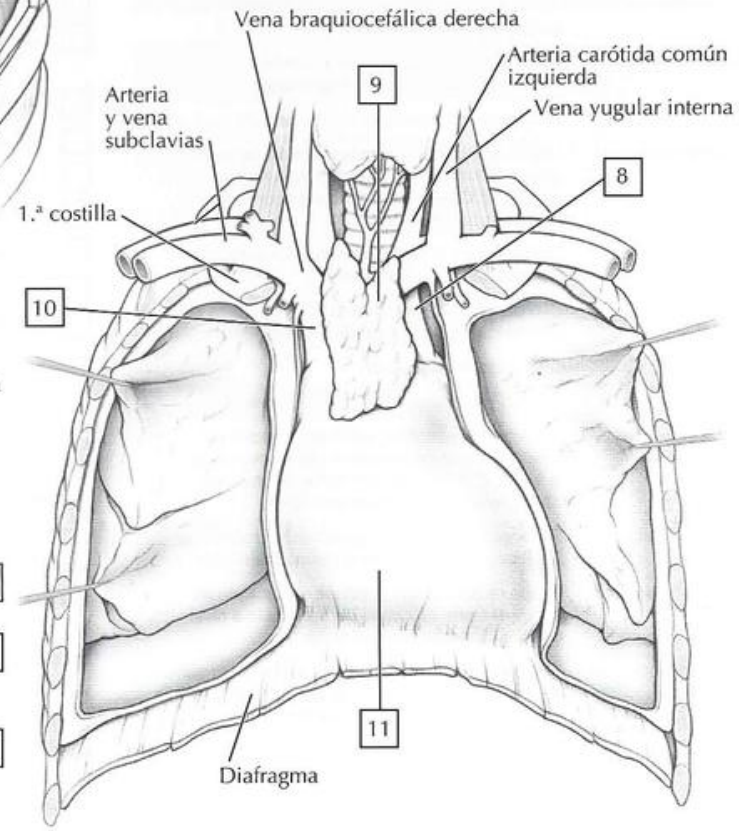
A. Visión lateral del tórax: regiones mediastínicas



B. Paredes del pericardio



C. Subdivisiones del mediastino



D. Pericardio y corazón: corazón in situ

5 Corazón II

El corazón humano tiene cuatro cavidades: dos atrios (aurículas) y dos ventrículos. La sangre de retorno de la **circulación sistémica** entra en el atrio derecho y el ventrículo derecho y es bombeada a la **circulación pulmonar** para el intercambio gaseoso. La sangre que vuelve de la circulación pulmonar entra en el atrio izquierdo y el ventrículo izquierdo y luego se bombea hacia la circulación sistémica.

Los atrios y los ventrículos están separados por válvulas atrioventriculares (tricúspide en el lado derecho y mitral en el izquierdo), que impiden que la sangre refluya a los atrios cuando se contraen los ventrículos. Asimismo, los dos principales vasos eferentes, el tronco pulmonar desde el ventrículo derecho y la aorta ascendente desde el ventrículo izquierdo, también poseen válvulas denominadas válvulas semilunares (válvulas pulmonar y aórtica). Cada válvula semilunar tiene tres valvas que se parecen a lunas crecientes, de ahí lo de «semilunar». Los detalles de las características de cada cavidad del corazón se resumen en la siguiente tabla.

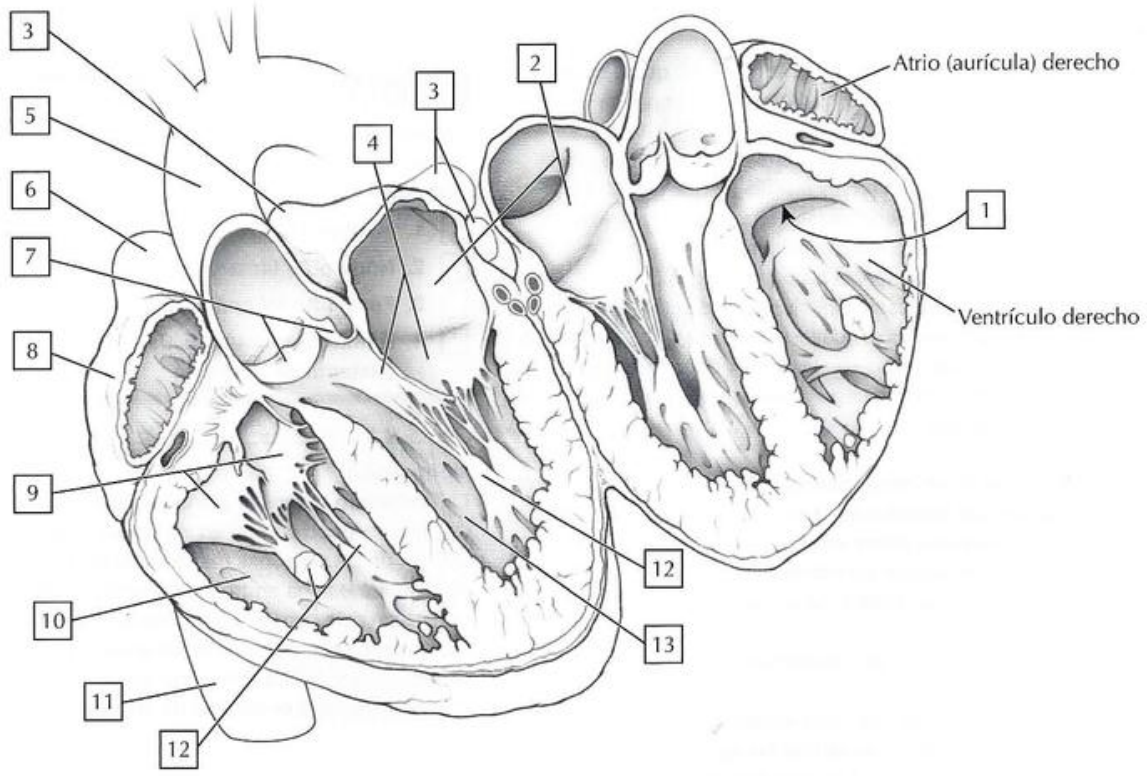
ESTRUCTURA	DEFINICIÓN
	Atrio (aurícula) derecho
Orejuela	Apéndice en forma de saco del atrio; deriva del tubo cardíaco embrionario
Músculos pectinados	Crestas de miocardio en el interior de la orejuela
Cresta terminal	Cresta que discurre desde el orificio de la vena cava inferior (VCI) al orificio de la vena cava superior (VCS); su extensión superior marca la localización del nódulo SA
Fosa oval	Depresión en el septo interatrial; localización del agujero oval embrionario
Orificios atriales	Uno para la VCS, otro para la VCI y otro para el seno coronario (retorno venoso de las venas cardíacas)
	Ventrículo derecho
Trabéculas carnosas	Crestas irregulares del miocardio ventricular
Músculos papilares	Proyecciones anterior, posterior y septal del miocardio, que se extienden por el interior de la cavidad ventricular; previenen el prolapso de las valvas de la válvula tricúspide
Cuerdas tendinosas	Cordones fibrosos que conectan los músculos papilares a las valvas de la válvula tricúspide
Banda moderadora	Banda muscular que conduce el fascículo AV desde el septo a la base del ventrículo a nivel del músculo papilar anterior
Orificios ventriculares	Uno para el tronco pulmonar a través de la válvula pulmonar; otro que recibe la sangre desde el atrio derecho a través de la válvula tricúspide
	Atrio (aurícula) izquierdo
Orejuela	Pequeño apéndice que representa el primitivo atrio embrionario cuya pared tiene músculos pectinados
Pared atrial	Pared ligeramente más gruesa que la delgada pared del atrio derecho
Orificios atriales	Normalmente cuatro orificios para las cuatro venas pulmonares
	Ventrículo izquierdo
Músculos papilares	Músculos anterior y posterior, más grandes que los del ventrículo derecho
Cuerdas tendinosas	Cordones fibrosos que conectan los músculos papilares a las valvas de la válvula mitral
Pared ventricular	Pared mucho más gruesa que la del ventrículo derecho
Septo (tabique) membranoso	Porción superior muy delgada del septo interventricular y localización de la mayoría de los defectos septales interventriculares
Orificios ventriculares	Uno para la aorta a través de la válvula aórtica; otro que recibe la sangre desde el atrio izquierdo a través de la válvula mitral

COLOREA los siguientes elementos de las cavidades cardíacas, utilizando un color diferente para cada uno, excepto donde se sugiere un color determinado:

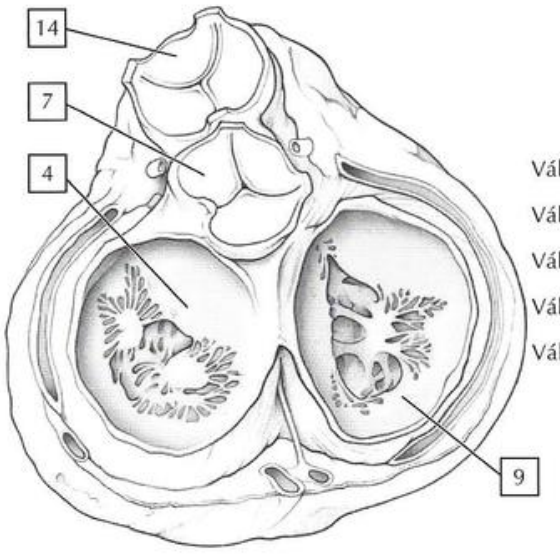
- ☐ **1. Cono arterial del tronco pulmonar (azul)**
- ☐ **2. Atrio (aurícula) izquierdo**
- ☐ **3. Venas pulmonares (por lo general dos de cada lado) (rojo claro)**
- ☐ **4. Válvula mitral**
- ☐ **5. Aorta ascendente y arco de la aorta (rojo)**
- ☐ **6. Vena cava superior (azul)**
- ☐ **7. Válvula semilunar aórtica**
- ☐ **8. Atrio (aurícula) derecho**
- ☐ **9. Válvula tricúspide**
- ☐ **10. Ventrículo derecho**
- ☐ **11. Vena cava inferior (azul)**
- ☐ **12. Músculos papilares**
- ☐ **13. Ventrículo izquierdo**
- ☐ **14. Válvula semilunar pulmonar**

Nota clínica:

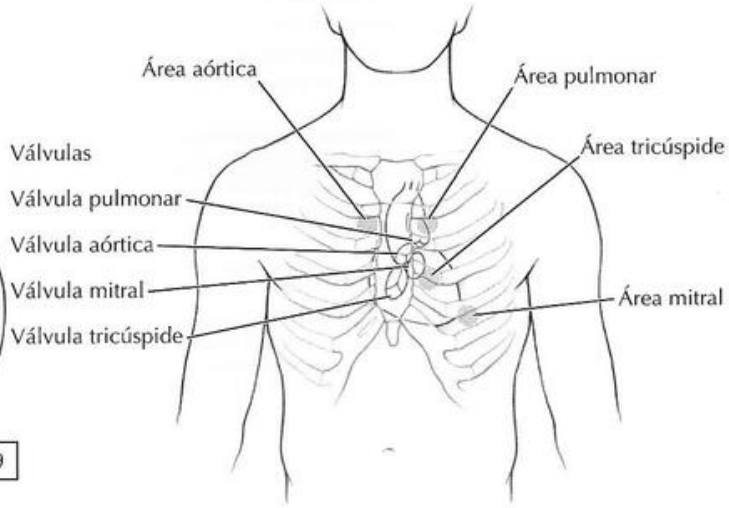
Por lo general, los **ruidos cardíacos** se describen como «lub-dub», imitando los sonidos emitidos por el cierre de las válvulas atrioventriculares seguido rápidamente por el cierre de las válvulas semilunares. Dos sonidos adicionales se producen con el llenado de los ventrículos, pero son más difíciles de discernir. Usando un fonendoscopio, se pueden escuchar las cuatro válvulas, para determinar si están funcionando correctamente. Para ello, lo mejor es colocar el fonendoscopio sobre la pared torácica y el corazón en un punto donde la sangre ya ha pasado a través de la válvula, en la cavidad cardíaca o en los vasos distales a la válvula, ya que el sonido se transmite mejor en el medio líquido. Los puntos grises en la parte *C* muestran la colocación correcta de un fonendoscopio para auscultar cada válvula.



A. Corazón seccionado (abierto como un libro)



B. Corazón en diástole: visión desde la base con los atrios extirpados



C. Áreas precordiales de auscultación

5 Corazón III

El pericardio está inervado por fibras conductoras de dolor somático que discurren en los nervios frénicos (C3-C5), mientras que el propio corazón está inervado por el sistema nervioso autónomo. Los principales componentes de este patrón de inervación son:

- **Parasimpático:** deriva del nervio vago (NC X), que discurre hacia el plexo cardíaco; la estimulación parasimpática disminuye la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción
- **Simpático:** deriva de los nervios cardíacos cervicales y torácicos que se originan en los niveles medulares T1-T4 del núcleo intermediolateral; estas fibras discurren hacia el plexo cardíaco; la estimulación simpática aumenta la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción
- **Aferentes:** fibras nerviosas sensitivas que discurren desde el corazón en los nervios simpáticos hacia ganglios sensitivos de nervios espinales de los niveles T1-T4 de la médula espinal; estas fibras conducen el dolor relacionado con la isquemia miocárdica

El corazón mantiene un ritmo espontáneo intrínseco de alrededor de 100 latidos/min, pero el tono parasimpático normal tiene preferencia sobre esta tasa intrínseca y mantiene el ritmo cardíaco en reposo aproximadamente a 72 latidos/min. El músculo cardíaco del corazón se presenta en dos formas:

- Miocardio contráctil
- Miocardio especializado de conducción

El miocardio especializado de conducción no se contrae, pero propaga la onda de despolarización rápidamente a través de las cavidades del corazón. Los impulsos se inician en el nódulo sinoatrial (SA) y son conducidos al nódulo atrioventricular (AV). Desde aquí, los impulsos pasan a través del fascículo AV común (de His) y luego se extienden hacia los ventrículos por medio de las ramas derecha e izquierda del fascículo AV y el sistema de fibras de Purkinje. Los componentes de este sistema de conducción intrínseco se resumen en la siguiente tabla.

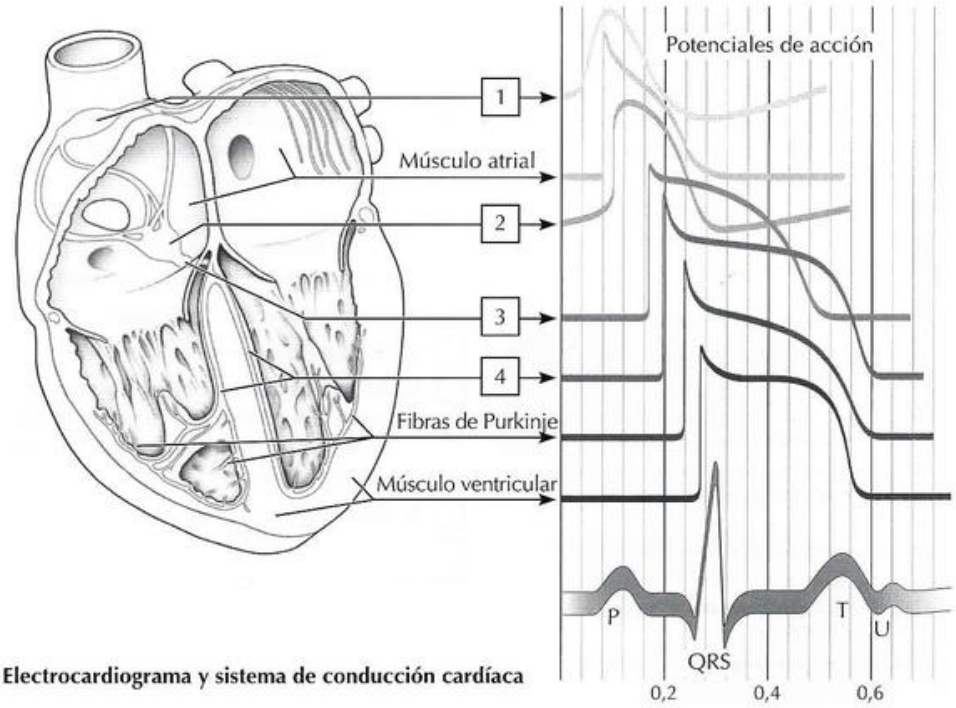
ESTRUCTURA	DEFINICIÓN
Nódulo SA	Marcapasos del corazón; lugar donde se inicia el potencial de acción
Nódulo AV	Nódulo que recibe impulsos desde el nódulo SA y los transporta al fascículo AV común (de His)
Ramas del fascículo AV	Ramas derecha e izquierda: transmiten impulsos a ambos lados del SIV hacia el sistema de Purkinje subendocárdico

La onda de despolarización, que comienza en el nódulo SA, y la repolarización del miocardio generan el familiar patrón electrocardiográfico (ECG) (ondas P, QRS y T) que se utiliza clínicamente para evaluar el sistema de conducción del corazón.

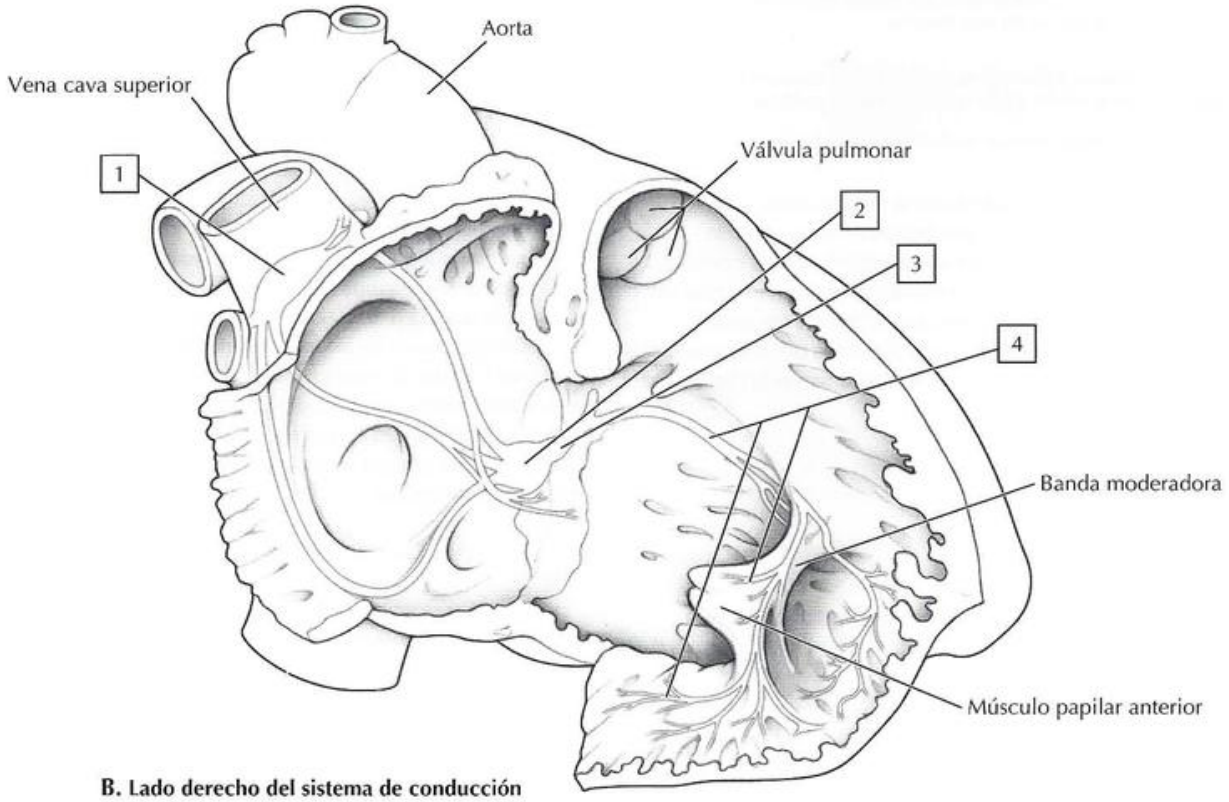
COLOREA los componentes de la vía de conducción intrínseca del corazón y los elementos (formas de la onda del potencial de acción) del ECG enumerados a continuación usando los colores sugeridos:

- ☐ **1. Nódulo SA (azul)**
- ☐ **2. Nódulo AV (amarillo)**
- ☐ **3. Fascículo AV común (de His)**
- ☐ **4. Ramas ventriculares del fascículo (sistema de Purkinje)**

Nota clínica:
La **fibrilación auricular (atrial)** es la arritmia más frecuente (aunque es poco común en los niños) y afecta a alrededor del 4% de las personas mayores de 60 años. La **taquicardia ventricular** es una arritmia originada por un foco ventricular con una frecuencia cardíaca típicamente mayor de 120 latidos/min. En general, se asocia con la enfermedad coronaria, ya que la isquemia miocárdica a menudo afecta el endocardio ventricular, donde se localiza el sistema de conducción de Purkinje.



A. Electrocardiograma y sistema de conducción cardíaca



B. Lado derecho del sistema de conducción

5 Corazón IV

El primer conjunto de arterias que se originan de la aorta ascendente cuando abandona el corazón son las **arterias coronarias,** que, literalmente, «coronan» el corazón. Así, el corazón recibe la primera sangre, más saturada de oxígeno, para cumplir con sus altas necesidades metabólicas. Hay dos arterias coronarias, izquierda y derecha, y tres **venas cardíacas** principales, magna, media y menor. Estas venas retornan la mayor parte de la sangre hacia el **seno coronario** y el atrio derecho, aunque otras pequeñas venas también retornan el flujo sanguíneo coronario a las cavidades cardíacas. El aporte vascular al corazón se resume en la siguiente tabla.

VASO	TRAYECTO
Arteria coronaria derecha	Consta de las siguientes ramas principales: del nódulo sinoatrial (SA), marginal derecha, interventricular posterior (descendente posterior), del nódulo atrioventricular (AV)
Arteria coronaria izquierda	Consta de las siguientes ramas principales: circunfleja, interventricular anterior (descendente anterior) (IA), marginal izquierda
Vena cardíaca magna	Paralela a la arteria IA, drena en el seno coronario
Vena cardíaca media	Paralela a la arteria interventricular posterior, drena en el seno coronario
Vena cardíaca menor	Paralela a la arteria marginal derecha, drena en el seno coronario
Venas cardíacas anteriores	Varias pequeñas venas que drenan directamente en el interior del atrio derecho
Venas cardíacas mínimas	Drenan a través de la pared cardíaca directamente en el interior de las cuatro cavidades cardíacas

El flujo sanguíneo coronario varía con la presión aórtica, pero también está influenciado por factores físicos como la compresión de los vasos durante la contracción de las cavidades cardíacas (el flujo coronario disminuye significativamente cuando la contracción del miocardio ventricular comprime las arterias coronarias) y por factores metabólicos liberados por los miocitos. En la regulación del flujo sanguíneo coronario han sido implicados diversos factores metabólicos:

- H^+
- CO_2
- Descenso de O_2
- K^+
- Ácido láctico
- Óxido nítrico
- Adenosina (probablemente el factor más importante)

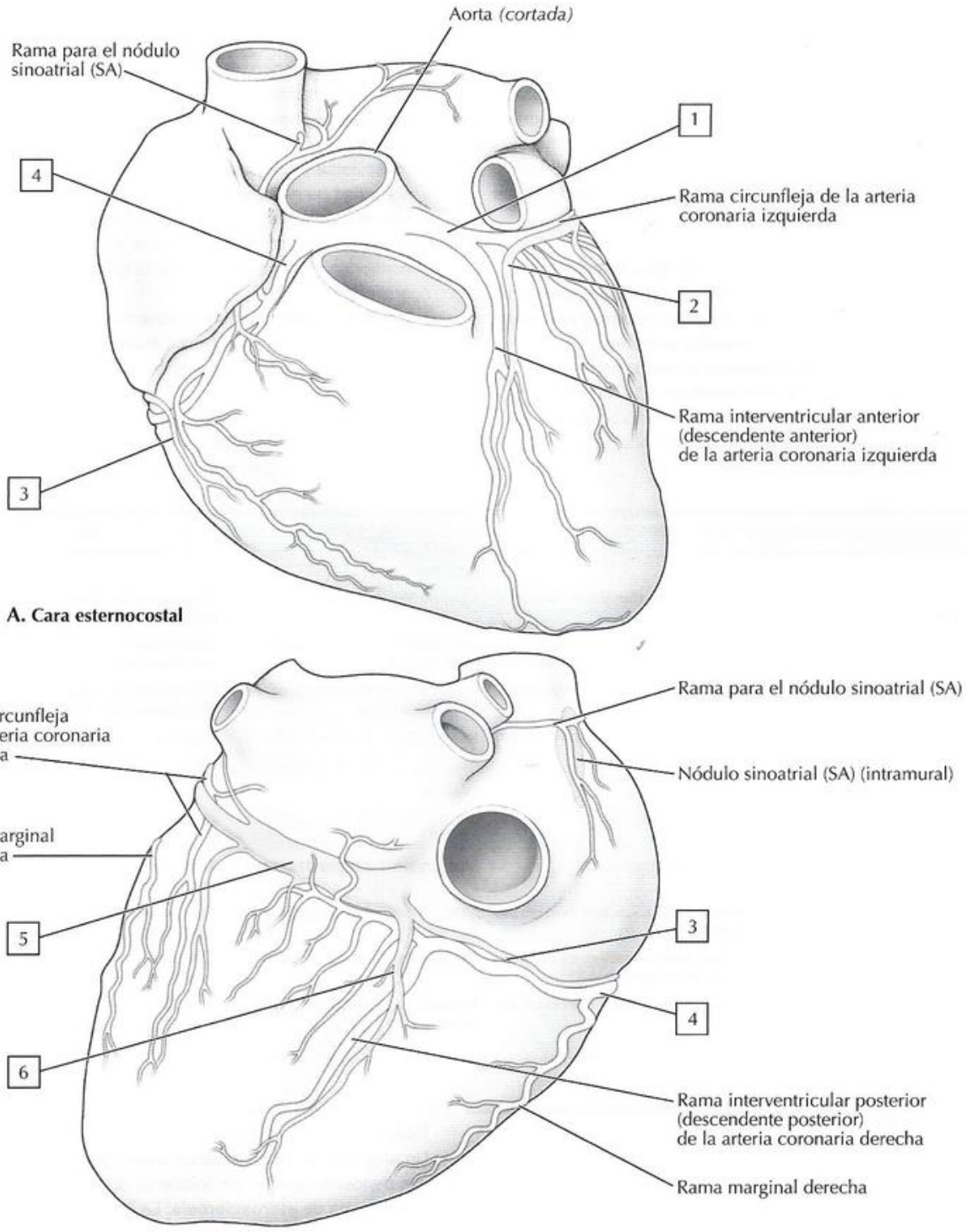
Cuando la demanda cardíaca aumenta, la adenosina es liberada por los miocitos y esto conduce a la vasodilatación y al aumento del flujo sanguíneo en las arterias coronarias.

COLOREA cada una de las arterias coronarias y las venas cardíacas enumeradas a continuación, utilizando los colores sugeridos:

- ☐ **1. Arteria coronaria izquierda y sus ramas principales (rama interventricular anterior [descendente anterior], rama circunfleja, rama marginal izquierda) (naranja)**
- ☐ **2. Vena cardíaca magna (azul)**
- ☐ **3. Vena cardíaca menor (marrón)**
- ☐ **4. Arteria coronaria derecha y sus ramas principales (rama del nódulo SA, rama marginal derecha y rama interventricular posterior [descendente posterior]) (rojo)**
- ☐ **5. Seno coronario (lila)**
- ☐ **6. Vena cardíaca media (verde)**

Nota clínica:

La **angina de pecho** es la sensación causada por la isquemia miocárdica y por lo general se describe como presión, incomodidad o una sensación de ahogo en la parte izquierda del tórax o región retroesternal que se irradia hacia el hombro y el brazo izquierdos, así como al cuello, la mandíbula y los dientes, el abdomen y el dorso. Este patrón de radiación es un ejemplo de «dolor referido», en el que las fibras aferentes viscerales del corazón entran en la médula espinal torácica superior junto con fibras aferentes somáticas y ambas convergen en el asta posterior de la médula espinal. La interpretación del dolor visceral puede inicialmente confundirse con sensaciones somáticas de los mismos niveles de la médula. La isquemia miocárdica debida a aterosclerosis y trombosis arterial coronaria es la principal causa de **infarto de miocardio** (IM), que afecta a más de 1 millón de estadounidenses cada año. Si la isquemia es suficientemente grave, puede producirse necrosis (muerte del tejido) del miocardio, que por lo general comienza en el subendocardio, porque esta región es la región peor perfundida de la pared ventricular.



A. Cara esternocostal

B. Cara diafragmática

5 Características de las arterias, los capilares y las venas

Las arterias y las venas están compuestas por tres capas (túnicas) esenciales (excepto los capilares y las vénulas poscapilares):

- **Túnica íntima:** una capa interna de epitelio escamoso (plano) simple, denominada endotelio, que tapiza todas las arterias, venas y capilares
- **Túnica media:** una capa intermedia de láminas de músculo liso orientadas concéntricamente; en las grandes arterias (aorta), laminillas elásticas se intercalan entre las capas de músculo liso
- **Túnica adventicia:** una capa externa de tejido conectivo, compuesta principalmente de colágeno y unas pocas fibras elásticas

Las **arterias** se pueden clasificar en cuatro tipos diferentes de acuerdo a su tamaño y al espesor relativo o presencia de las túnicas:

- **Arterias grandes (elásticas):** aorta y porciones proximales de las arterias subclavias y carótidas comunes
- **Arterias medianas (musculares):** la mayor parte de las arterias comúnmente «con nombre» en el cuerpo
- **Arterias pequeñas y arteriolas:** responsables de la mayor parte de la resistencia vascular; las arteriolas regulan el flujo sanguíneo en los lechos capilares
- **Capilares:** están formados sólo por un endotelio y son funcionalmente responsables del intercambio de gases y metabolitos entre los tejidos y la sangre

Las **venas** se pueden clasificar en tres tipos diferentes en función de su tamaño y del espesor relativo de la túnica media:

- **Vénulas y venas pequeñas:** las vénulas incluyen vénulas poscapilares (sólo el endotelio y los pericitos) y vénulas musculares (1-2 capas de músculo liso en la túnica media); las venas pequeñas tienen dos o tres capas de músculo liso
- **Venas medianas:** la mayor parte de las venas comúnmente «con nombre» en el cuerpo; estas venas en los miembros contienen válvulas que ayudan al retorno venoso contra gravedad
- **Venas grandes:** una túnica adventicia mucho más gruesa en comparación con la túnica media; incluyen las venas subclavias y las venas cavas

El cuerpo humano contiene más de 80.000 kilómetros de vasos sanguíneos y las características clave distintivas de estos vasos se resumen en la siguiente tabla.

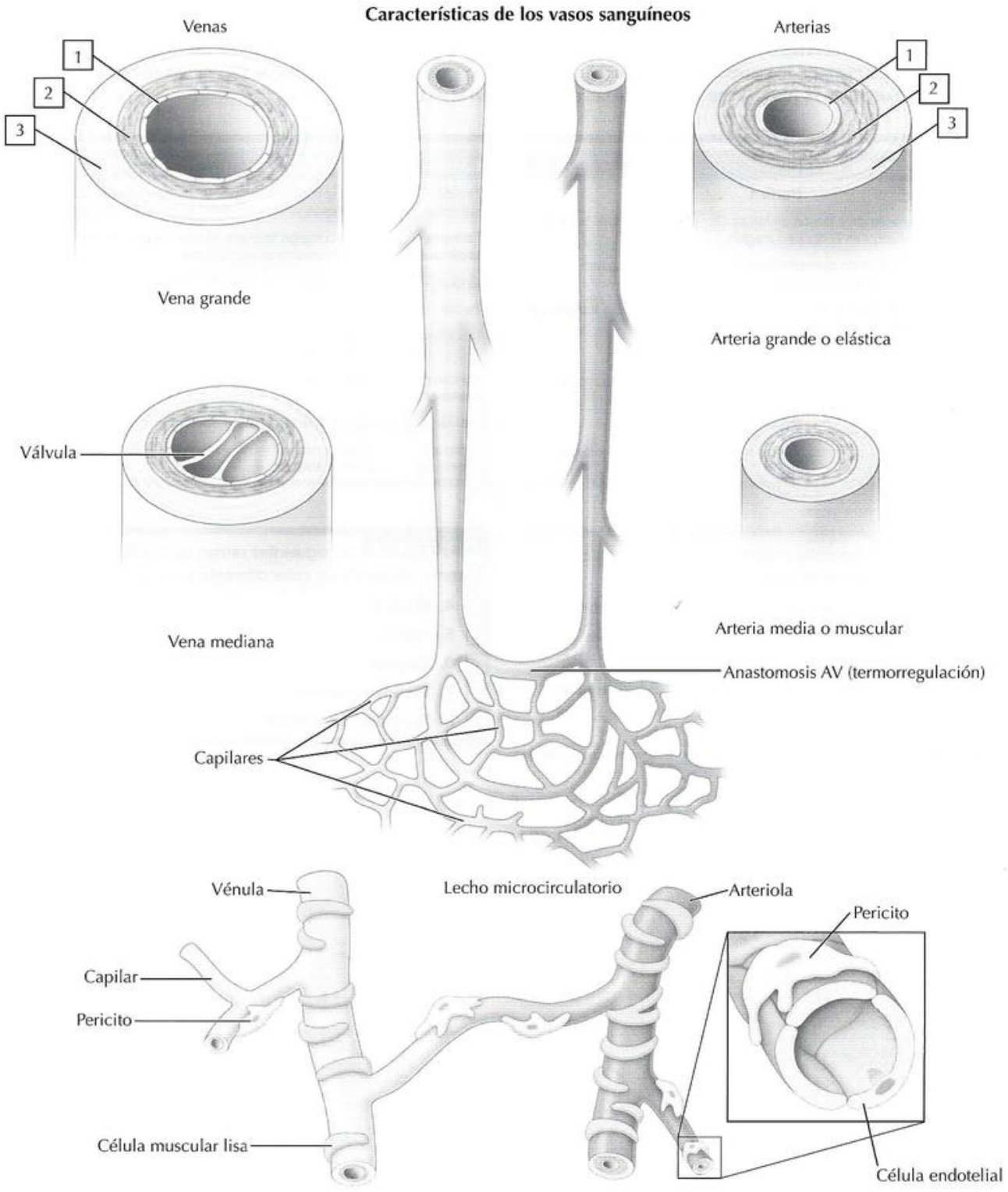
VASO	DIÁMETRO	CAPA INTERNA (TÚNICA ÍNTIMA)	CAPA MEDIA (TÚNICA MEDIA)	CAPA EXTERNA (TÚNICA ADVENTICIA)
			Arterias	
Arteria grande (arteria elástica)	>1 cm	Endotelio; tejido conectivo; músculo liso	Músculo liso; laminillas elásticas	Tejido conectivo; fibras elásticas; más delgada que la túnica media
Arteria mediana (arteria muscular)	2-10 mm	Endotelio; tejido conectivo; músculo liso	Músculo liso; fibras de colágeno; poco tejido elástico	Tejido conectivo; algunas fibras elásticas; más delgada que la túnica media
Arteria pequeña	0,1-2 cm	Endotelio; tejido conectivo; músculo liso	Músculo liso (8-10 capas de células); fibras de colágeno	Tejido conectivo; algunas fibras elásticas; más delgada que la túnica media
Arteriola	10-100 µm	Endotelio; tejido conectivo; músculo liso	Músculo liso (1-2 capas de células)	Delgada, mal definida
Capilar	4-10 µm	Endotelio	No	No
			Venas	
Vénula poscapilar	10-50 µm	Endotelio; pericitos	No	No
Vénula muscular	50-100 µm	Endotelio; pericitos	Músculo liso (1-2 capas de células)	Tejido conectivo; algunas fibras elásticas; más gruesa que la túnica media
Vena pequeña	0,1-1 mm	Endotelio; tejido conectivo; músculo liso (2-3 capas)	Músculo liso (2-3 capas continuas con la íntima)	Tejido conectivo; algunas fibras elásticas; más gruesa que la túnica media
Vena mediana	1-10 mm	Endotelio; tejido conectivo; músculo liso; algunas tienen válvulas	Músculo liso; fibras de colágeno	Tejido conectivo; algunas fibras elásticas; más gruesa que la túnica media
Vena grande	>1 cm	Endotelio; tejido conectivo; músculo liso	Músculo liso (2-15 capas); fibras de colágeno	Tejido conectivo; algunas fibras elásticas, músculos lisos longitudinales; mucho más gruesa que la túnica media

COLOREA los siguientes elementos de los vasos sanguíneos, utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **1. Túnica íntima (endotelio)**
- ☐ **2. Túnica media**
- ☐ **3. Túnica adventicia**

Nota clínica:

Un engrosamiento de la pared arterial y estrechamiento de la luz y el depósito eventual de lípidos en la pared pueden dar lugar a una forma de **aterosclerosis.** La arteria estrechada puede no ser capaz de satisfacer las necesidades metabólicas de los tejidos adyacentes, con el peligro de que puedan sufrir isquemia (falta de oxígeno). Múltiples factores, incluyendo la inflamación focal de la pared arterial, pueden provocar este proceso.


Características de los vasos sanguíneos
Venas
1
2
3
Vena grande
Válvula
Vena mediana
Arterias
1
2
3
Arteria grande o elástica
Arteria media o muscular
Anastomosis AV (termorregulación)
Capilares
Vénula
Capilar
Pericito
Célula muscular lisa
Lecho microcirculatorio
Arteriola
Pericito
Célula endotelial

5 Arterias de la cabeza y el cuello

Las arterias que irrigan las regiones de la cabeza y el cuello se originan principalmente de las **arterias subclavia** y **carótida común.** La arteria subclavia se divide en tres partes respecto al músculo escaleno anterior. La parte 1 se sitúa medial, la parte 2 posterior y la parte 3 lateral al músculo escaleno anterior. Las ramas de la subclavia se resumen en la siguiente tabla.

RAMA	TRAYECTO
	Parte 1
Vertebral	Asciende a través de los agujeros transversos de C6 a C1 y entra en el agujero magno
Torácica interna	Desciende paraesternalmente para anastomosarse con la arteria epigástrica superior
Tronco tirocervical	Da origen a las arterias tiroidea inferior, cervical transversa (transversa del cuello) y supraescapular
	Parte 2
Tronco costocervical	Da origen a las arterias cervical profunda e intercostal suprema
	Parte 3
Dorsal de la escápula	Es inconstante; puede también originarse de la arteria cervical transversa

COLOREA las siguientes ramas de la arteria subclavia, utilizando un color diferente para cada rama:

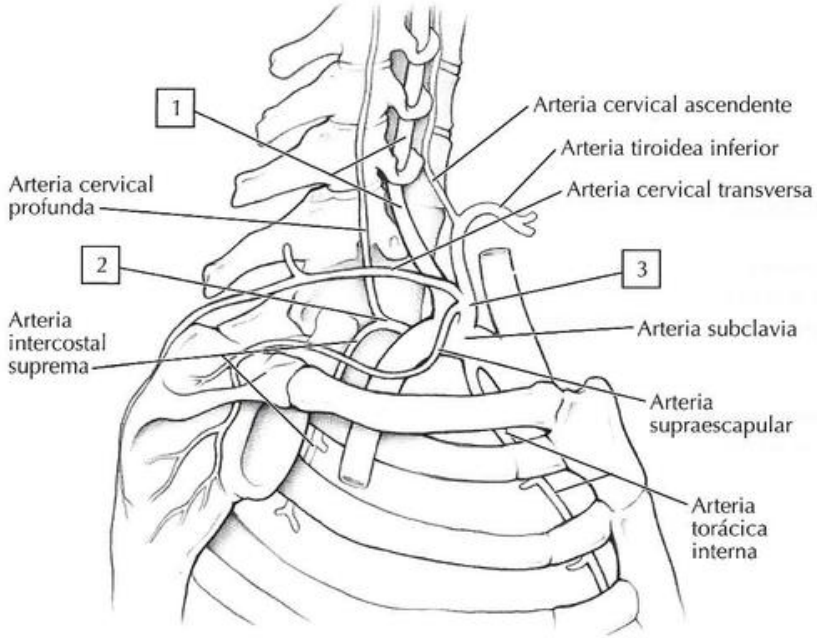
- ☐ **1. Vertebral: irriga la porción posterior del encéfalo**
- ☐ **2. Tronco costocervical: su rama cervical profunda irriga la parte lateral profunda del cuello**
- ☐ **3. Tronco tirocervical: sus ramas cervical transversa y tiroidea inferior irrigan porciones del cuello y las glándulas tiroides y paratiroides**

La **arteria carótida común** asciende en la vaina carotídea, que también contiene la vena yugular interna y el nervio vago, y se divide en las arterias carótidas interna y externa. La **arteria carótida interna** en principio no emite ninguna rama en el cuello (lo hace, pero son muy pequeñas y casi nunca se mencionan), pero sí pasa por el conducto carotídeo para irrigar las porciones media y anterior del encéfalo, y la órbita. La **arteria carótida externa** origina ocho ramas que irrigan las regiones del cuello, la cara, el cuero cabelludo, la duramadre, las regiones nasal y paranasal y la cavidad bucal. Sus ramas se resumen en la siguiente tabla.

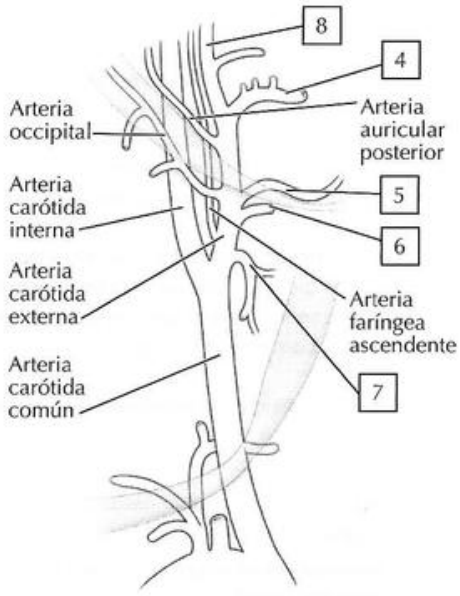
RAMA	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Tiroidea superior	Irriga la glándula tiroides, la laringe y los músculos infrahioideos
Faríngea ascendente	Irriga la región faríngea, el oído medio, las meninges y los músculos prevertebrales
Lingual	Pasa profunda al músculo hiogloso para irrigar la lengua
Facial	Discurre sobre la mandíbula e irriga la cara
Occipital	Irriga el músculo esternocleidomastoideo y se anastomosa con el tronco costocervical
Auricular posterior	Irriga la región posterior de la oreja
Maxilar	Pasa por la fosa infratemporal (se describe más adelante)
Temporal superficial	Irriga la cara, el músculo temporal y la parte lateral del cuero cabelludo

COLOREA las siguientes ramas de la arteria carótida externa, utilizando un color diferente para cada rama:

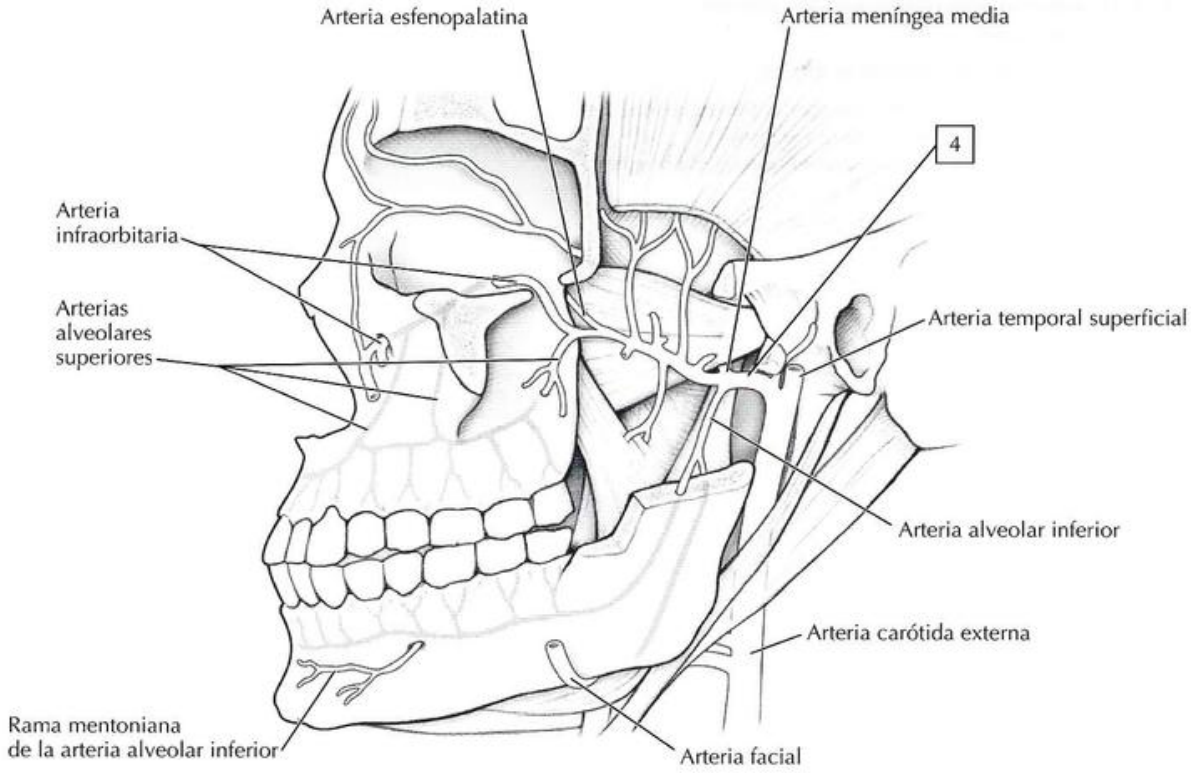
- ☐ **4. Maxilar**
- ☐ **5. Facial**
- ☐ **6. Lingual**
- ☐ **7. Tiroidea superior**
- ☐ **8. Temporal superficial**



A. Cuello: arteria subclavia



B. Ramas de la carótida externa derecha: esquema



C. Región temporal: arteria maxilar izquierda

5 Arterias de la cabeza

La **arteria maxilar** irriga la región infratemporal, la duramadre, la región nasal y una parte de la cavidad bucal. Es la más grande y tiene la distribución más amplia de las ramas de la arteria carótida externa. Origina 15 o más ramas de ella misma, pero, con fines descriptivos, se divide en tres partes:

- **Retromandibular:** arterias que entran en orificios del cráneo o la mandíbula e irrigan la duramadre, los dientes y las encías mandibulares, el oído y el mentón
- **Pterigoidea:** las ramas inervan los músculos masticadores y el buccinador
- **Pterigopalatina:** las ramas entran en orificios del cráneo e irrigan los dientes y encías maxilares, el suelo de la órbita, la nariz, los senos paranasales, el paladar, la trompa auditiva y la parte superior de la faringe

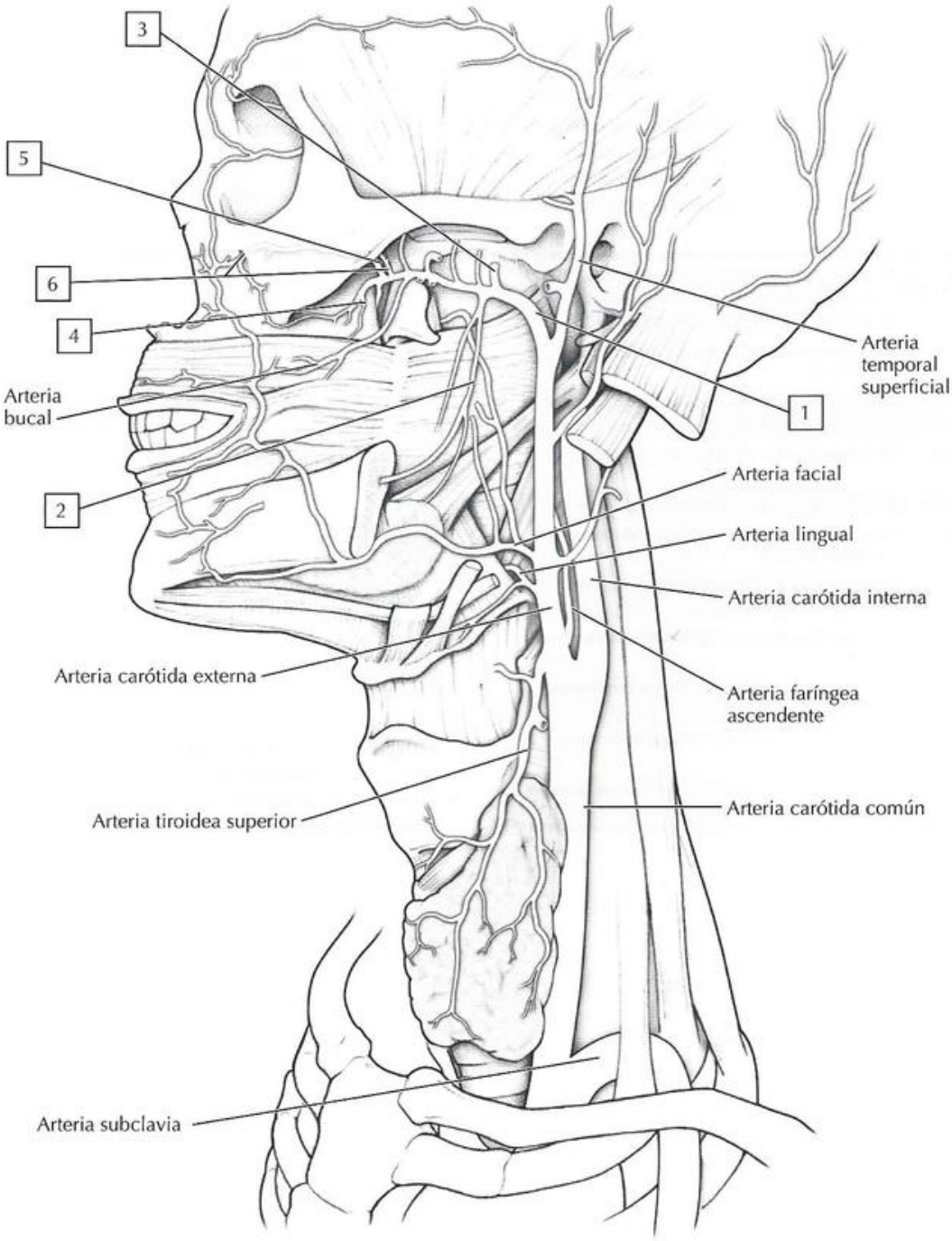
COLOREA las siguientes ramas principales de la arteria maxilar utilizando el color rojo:

- ☐ **1. Arteria maxilar y sólo estas grandes ramas que se originan de ella:**
- ☐ **2. Alveolar inferior (para los dientes y encías mandibulares)**
- ☐ **3. Meníngea media (para la duramadre que recubre el encéfalo)**
- ☐ **4. Alveolar superior (sus ramas para los dientes y encías maxilares)**
- ☐ **5. Infraorbitaria (para el suelo de la órbita)**
- ☐ **6. Esfenopalatina (para la nariz, los senos paranasales, el paladar y la parte superior de la faringe)**

La arteria maxilar pasa a través de la fosa infratemporal, entre los músculos pterigoideos medial y lateral y un gran plexo venoso denominado plexo pterigoideo (v. lámina 5-11).

Nota clínica:

Debido a la irrigación arterial y el drenaje venoso extensos en la región de la fosa infratemporal, un traumatismo en esta zona de la cara y la cabeza puede causar una hemorragia significativa. Numerosos nervios, músculos y otras estructuras se encuentran dentro de esta región, por lo que el control de la hemostasia y la infección deben ser una prioridad para el equipo de asistencia sanitaria.


3
5
6
4
Arteria bucal
2
Arteria temporal superficial
1
Arteria facial
Arteria lingual
Arteria carótida interna
Arteria carótida externa
Arteria faríngea ascendente
Arteria tiroidea superior
Arteria carótida común
Arteria subclavia

5 Arterias del encéfalo

Las arterias que irrigan el encéfalo se originan en gran parte a partir de dos pares de arterias:

- **Vertebral:** se origina de la subclavia en el cuello, asciende a través de los agujeros transversos de las vértebras cervicales y entra en el agujero magno del cráneo para irrigar la parte posterior del encéfalo
- **Carótida interna:** se origina de la carótida común en el cuello, asciende por el cuello para entrar en el conducto carotídeo y atraviesa el agujero rasgado para terminar como arterias cerebrales media y anterior, que se anastomosan con el círculo arterial del cerebro (polígono de Willis) alrededor del quiasma óptico, la hipófisis y la porción basal del hipotálamo

ARTERIA	ORIGEN Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Vertebral	De la arteria subclavia; irriga el cerebelo
Cerebelosa inferior posterior	De la arteria vertebral; irriga la cara posteroinferior del cerebelo
Basilar	De las dos vertebrales; irriga el tronco del encéfalo, el cerebelo y el cerebro
Cerebelosa inferior anterior	De la basilar; irriga la cara inferior del cerebelo
Cerebelosa superior	De la basilar; irriga la cara superior del cerebelo
Cerebral posterior	De la basilar; irriga la cara inferior del cerebro y el lóbulo occipital
Comunicante posterior	Círculo arterial del cerebro (polígono de Willis)
Carótida interna (CI)	De la carótida común; irriga los lóbulos cerebrales y el ojo
Cerebral media	De la CI; irriga la cara lateral de los hemisferios cerebrales
Comunicante anterior	Círculo arterial del cerebro (polígono de Willis)
Cerebral anterior	De la CI; irriga los hemisferios cerebrales (excepto el lóbulo occipital)

COLOREA las siguientes arterias que irrigan el encéfalo, utilizando un color diferente para cada arteria:

- ☐ **1. Comunicante anterior**
- ☐ **2. Cerebral anterior**
- ☐ **3. Cerebral media**
- ☐ **4. Comunicante posterior**
- ☐ **5. Cerebral posterior**
- ☐ **6. Basilar**
- ☐ **7. Cerebelosa inferior anterior**
- ☐ **8. Vertebral**

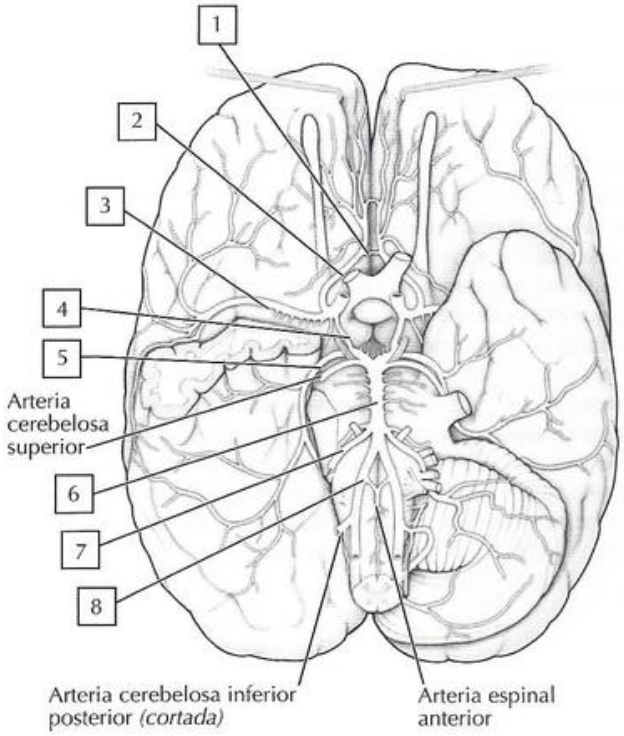
Nota clínica:

El sangrado de una arteria que irriga la duramadre provoca la acumulación de sangre arterial en el espacio entre la duramadre y el cráneo y se denomina **hematoma epidural.** Esto ocurre a menudo por un traumatismo contuso en la cabeza e implica el sangrado de la arteria meníngea media (de la arteria maxilar) o una de sus ramas.

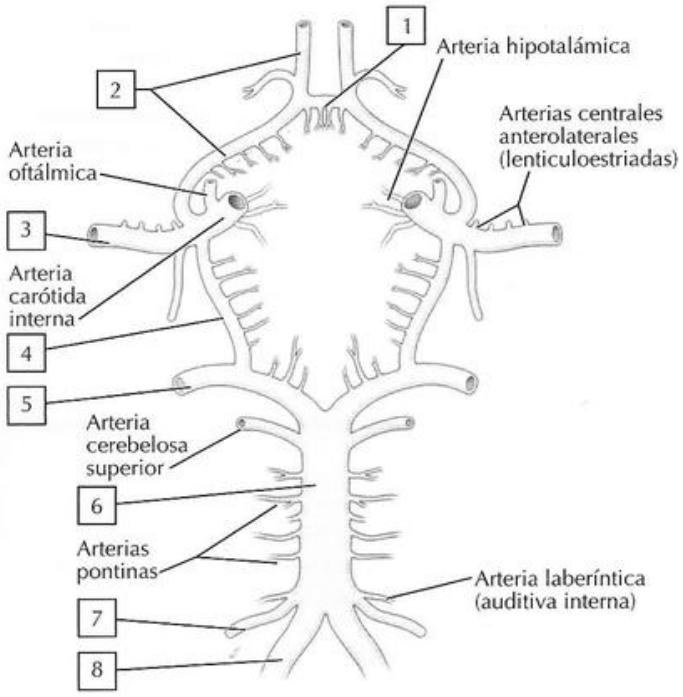
Una **hemorragia subaracnoidea** generalmente se produce a partir de la ruptura de un aneurisma (una dilatación de una arteria) sacular o «baya», e implica una de las ramas de las arterias vertebral, carótida interna o del círculo arterial del cerebro (polígono de Willis).

La **oclusión** (por una placa aterosclerótica o un trombo) de la:

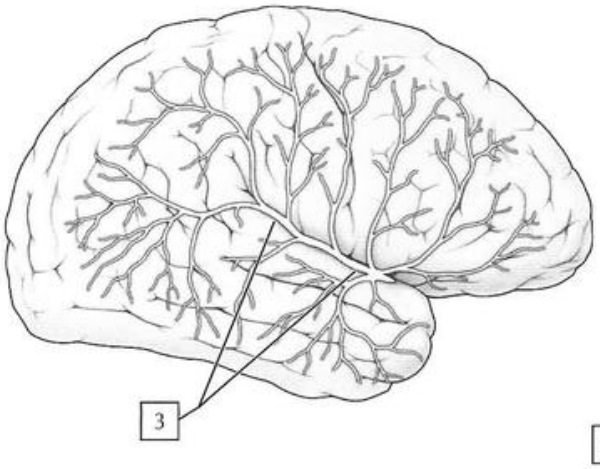
- Arteria cerebral anterior puede interrumpir las funciones sensitivas y motoras en el miembro inferior contralateral
- Arteria cerebral media puede perturbar las funciones sensitivas y motoras en el miembro superior contralateral o, si la cápsula interna se ve afectada, en todo el cuerpo contralateral
- Arteria cerebral posterior puede interrumpir las funciones visuales del campo visual contralateral



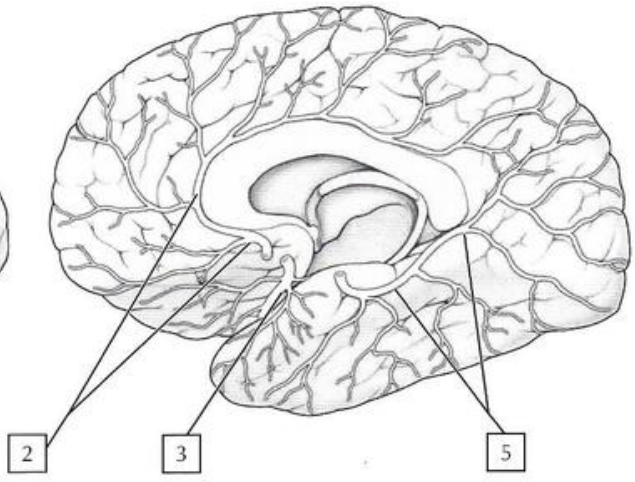
A. Encéfalo: irrigación arterial



B. Vasos disecados: visión inferior



C. Visión lateral



D. Visión medial

5 Venas de la cabeza y el cuello

Gran parte de la sangre drenada desde el encéfalo se recoge en varios **senos venosos de la duramadre** (las hojas de la duramadre se separan para formar una vena grande o seno) (v. láminas 4-17 y 4-18), que tienden a dirigir el flujo de sangre venosa posteriormente a lo largo de los senos sagitales superior e inferior hacia la confluencia de los senos. Desde aquí, la sangre fluye a los senos transversos y sigmoideos izquierdos y derechos para confluir en el origen de las **venas yugulares internas.**

COLOREA los siguientes senos venosos de la duramadre, utilizando un color diferente para cada seno:

- ☐ **1. Cavernoso**
- ☐ **2. Sigmoideo**
- ☐ **3. Transverso**
- ☐ **4. Sagital superior**
- ☐ **5. Recto**
- ☐ **6. Petroso superior**

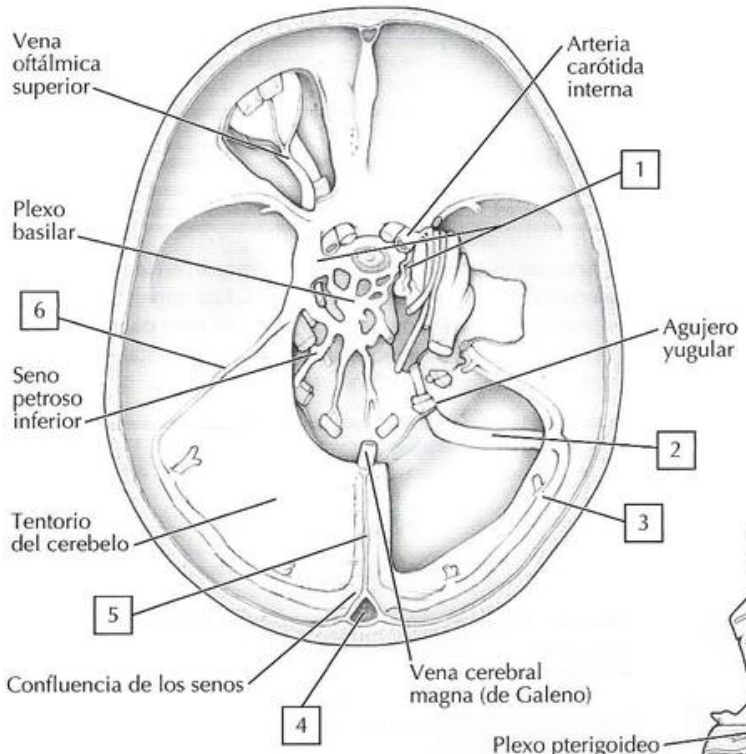
El drenaje venoso de la cabeza y el cuello recoge la sangre fundamentalmente en las venas principales siguientes (existen numerosas anastomosis entre estas venas):

- **Retromandibular:** recibe tributarias de las regiones temporal e infratemporal (plexo pterigoideo), la cavidad nasal, la faringe y la cavidad bucal
- **Yugular interna:** drena el encéfalo, la cara, la glándula tiroides y el cuello
- **Yugular externa:** drena la parte superficial del cuello, la parte inferior del cuello y el hombro y la parte superior del dorso (a menudo se comunica con la vena retromandibular)

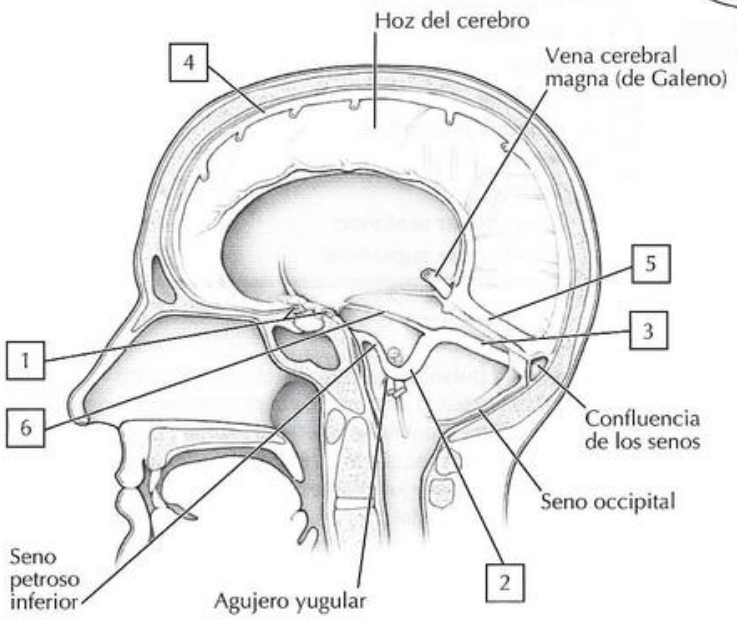
COLOREA las siguientes venas, utilizando un color diferente para cada vena:

- ☐ **7. Facial**
- ☐ **8. Tiroideas superior, media e inferior**
- ☐ **9. Retromandibular**
- ☐ **10. Yugular interna**

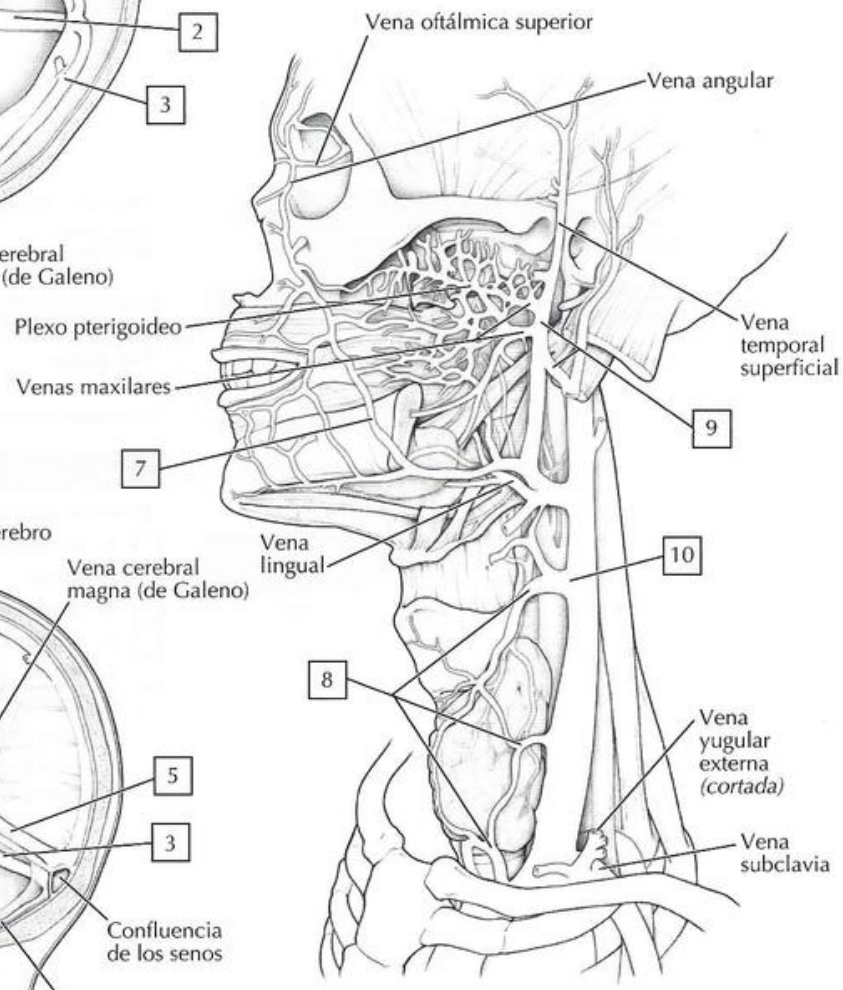
Nota clínica:
El seno cavernoso rodea la hipófisis y tiene conexiones con las venas oftálmicas, el plexo venoso pterigoideo, el plexo basilar y los senos petrosos superior e inferior. El flujo de sangre venosa a través de este seno está estancado porque el interior del seno está ocupado por una red trabecular de fibras de tejido conectivo que impiden el flujo de sangre. En consecuencia, las infecciones de transmisión sanguínea pueden «sembrarse» a sí mismas en este seno y causar una **trombosis del seno cavernoso.** Además, los tumores hipofisarios pueden expandirse lateralmente hacia el interior de este seno y estirar su pared dural, haciendo presión potencialmente sobre una serie de nervios craneales (NC III, IV, V_1, V_2 y VI) relacionados con el seno.



A. Senos venosos de la duramadre (fosas craneales)



C. Senos venosos de la duramadre (visión lateral)



B. Esquema vascular venoso

5 Arterias del miembro superior

Las arterias del miembro superior se originan de una continuación de la **arteria subclavia.** Una vez que la arteria subclavia emerge por debajo de la clavícula y cruza la primera costilla, su nombre cambia al de **arteria axilar** en su trayecto a través de la región axilar (axila). Cuando la arteria axilar alcanza el borde inferior del músculo redondo mayor, se convierte en la **arteria braquial,** que a su vez se divide en las **arterias cubital** y **radial** en la fosa del codo (región anterior del codo).

La **arteria axilar** comienza en la 1.ª costilla y descriptivamente se divide en tres porciones por la presencia del músculo pectoral menor suprayacente. Las ramas de las arterias subclavia y axilar forman una rica anastomosis (red) alrededor de la escápula, que irriga los músculos que actúan sobre la articulación del hombro.

PORCIÓN DE LA ARTERIA AXILAR	RAMA	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS
1	Torácica superior	Irriga los dos primeros espacios intercostales
2	Toracoacromial	Posee ramas clavicular, pectoral, deltoidea y acromial
	Torácica lateral	Discurre con el nervio torácico largo e irriga los músculos a los que cruza
3	Subescapular	Se divide en ramas toracodorsal y circunfleja de la escápula
	Circunfleja humeral anterior	Pasa alrededor del cuello quirúrgico del húmero
	Circunfleja humeral posterior	Discurre con el nervio axilar a través del espacio cuadrangular para anastomosarse con la rama circunfleja humeral anterior

La **arteria braquial** es una continuación directa de la arteria axilar, inferior al músculo redondo mayor.

ARTERIA	TRAYECTO
Braquial	Se inicia en el borde inferior del redondo mayor y termina en su bifurcación en la fosa del codo
Braquial profunda	Discurre con el nervio radial alrededor del cuerpo del húmero
Colateral cubital superior	Discurre con el nervio cubital
Colateral cubital inferior	Pasa anterior al epicóndilo medial del húmero
Radial	Es la rama lateral, más pequeña, de la arteria braquial
Cubital	Es la rama medial, más grande, de la arteria braquial

La arteria braquial se divide en las arterias cubital y radial en la fosa del codo.

ARTERIA	TRAYECTO
Radial	Se origina de la arteria braquial en la fosa del codo
Rama recurrente radial	Se anastomosa con la arteria colateral radial en el brazo
Rama palmar del carpo (carpiana palmar)	Se anastomosa con la rama palmar del carpo (carpiana palmar) de la arteria cubital
Cubital	Se origina de la arteria braquial en la fosa del codo
Recurrente cubital anterior	Se anastomosa con la colateral cubital inferior en el brazo
Recurrente cubital posterior	Se anastomosa con la colateral cubital superior en el brazo
Interósea común	Da origen a las arterias interóseas anterior y posterior
Rama palmar del carpo (carpiana palmar)	Se anastomosa con la rama palmar del carpo (carpiana palmar) de la arteria radial

Las **arterias cubital** y **radial** se anastomosan en la palma de la mano formando **dos arcos palmares.** Las ramas digitales comunes y digitales propias se originan del arco palmar superficial para irrigar los dedos. Las arterias cubital y radial se resumen en la siguiente tabla.

ARTERIA	TRAYECTO
	Radial
Rama palmar superficial	Forma el arco palmar superficial con la arteria cubital
Principal del pulgar	Pasa profunda al tendón del flexor largo del pulgar y se divide en dos arterias digitales propias para el pulgar
Radial del índice	Pasa hacia el dedo índice por su cara lateral
Arco palmar profundo	Está formado por la porción terminal de la arteria radial
	Cubital
Rama palmar profunda	Forma el arco palmar profundo con la arteria radial
Arco palmar superficial	Está formado por la terminación de la arteria cubital; da origen a tres arterias digitales comunes, cada una de las cuales origina dos arterias digitales propias

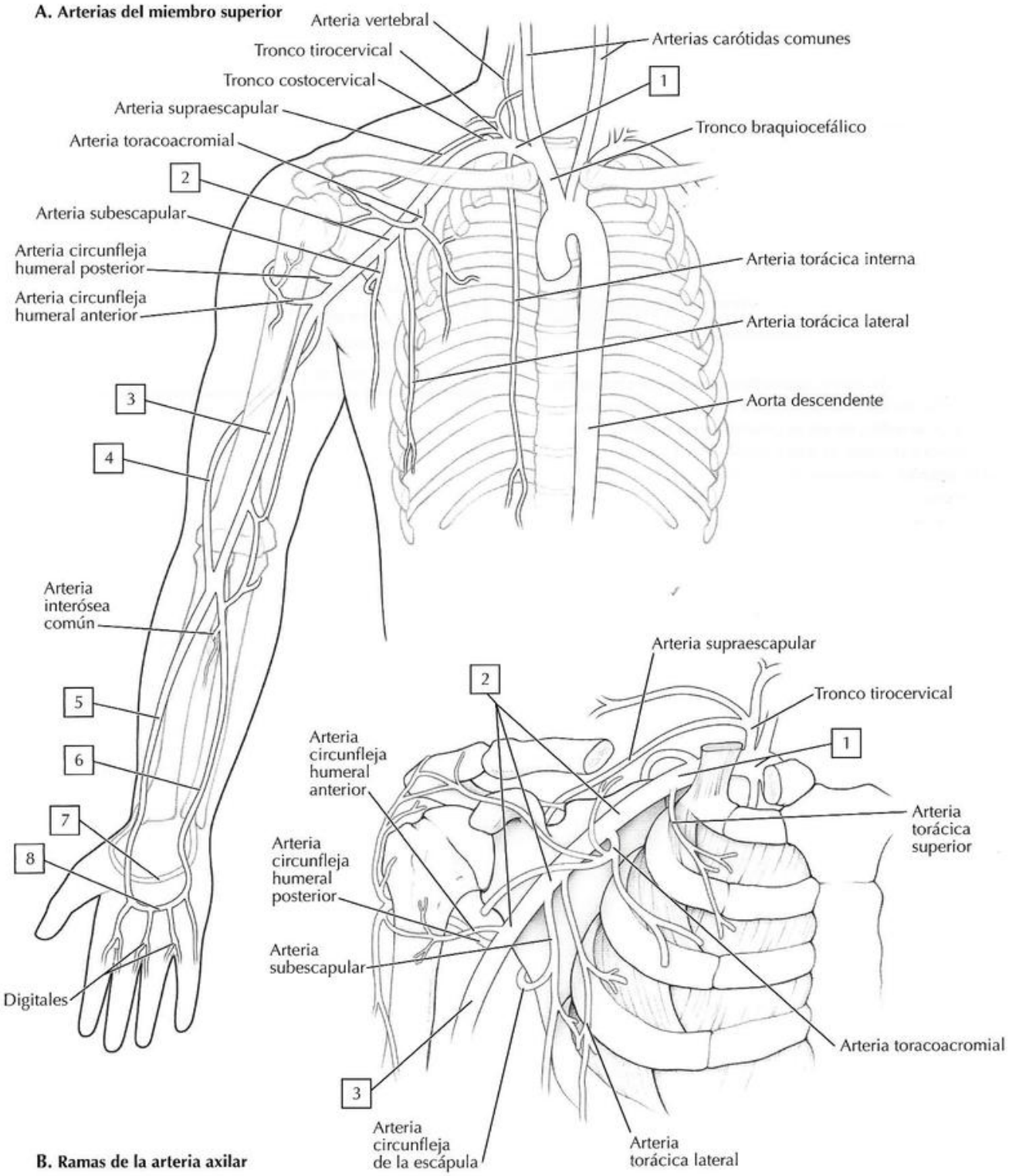
COLOREA las siguientes arterias, utilizando un color diferente para cada arteria:

- ☐ **1. Subclavia**
- ☐ **2. Axilar**
- ☐ **3. Braquial**
- ☐ **4. Braquial profunda**
- ☐ **5. Radial**
- ☐ **6. Cubital**
- ☐ **7. Arco palmar profundo**
- ☐ **8. Arco palmar superficial**

Nota clínica:

Los **puntos de pulso** del miembro superior incluyen:

- Braquial: en el tercio proximal de la porción medial del brazo, donde la arteria braquial se puede presionar contra el húmero
- Del codo: arteria braquial en la fosa del codo, medial al tendón del bíceps braquial y justo antes de que se divida en las arterias cubital y radial
- Radial: sitio frecuente para tomar el pulso; se palpa justo lateral al tendón del flexor radial del carpo en la parte distal del antebrazo (a nivel del carpo)
- Cubital: en la parte distal del antebrazo (carpo), justo lateral al tendón del flexor cubital del carpo


A. Arterias del miembro superior
Arteria vertebral
Tronco tirocervical
Tronco costocervical
Arteria supraescapular
Arteria toracoacromial
Arteria subescapular
Arteria circunfleja humeral posterior
Arteria circunfleja humeral anterior
Arteria interósea común
Digitales
Arterias carótidas comunes
Tronco braquiocefálico
Arteria torácica interna
Arteria torácica lateral
Aorta descendente
1
2
3
4
5
6
7
8
B. Ramas de la arteria axilar
Arteria supraescapular
Tronco tirocervical
Arteria circunfleja humeral anterior
Arteria circunfleja humeral posterior
Arteria subescapular
Arteria circunfleja de la escápula
Arteria torácica superior
Arteria toracoacromial
Arteria torácica lateral

5 Arterias del miembro inferior

Las arterias del miembro inferior se originan en la pelvis. La **arteria obturatriz** se origina de la arteria ilíaca interna e irriga el compartimento medial del muslo. La **arteria femoral,** mucho más grande, se origina como una continuación directa de la arteria ilíaca externa cuando ésta pasa por debajo del ligamento inguinal. Estas dos arterias se resumen en la siguiente tabla.

ARTERIA	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Obturatriz	Se origina de la arteria ilíaca interna (pelvis); tiene ramas anterior y posterior; pasa a través del agujero obturado
Femoral	Continuación de la arteria ilíaca externa con numerosas ramas para el periné, la cadera, el muslo y la rodilla
Femoral profunda	Se origina de la arteria femoral; irriga la cadera y el muslo

En la parte distal del muslo, la **arteria femoral** pasa a través del hiato del aductor del músculo aductor mayor para alcanzar la cara posterior de la rodilla, donde se convierte en la **arteria poplítea.** Justo inferior a la rodilla, la arteria poplítea se divide en las **arterias tibiales anterior** y **posterior,** que discurren caudalmente por la pierna en los compartimentos anterior y posterior, respectivamente. La arteria tibial posterior también da origen a una pequeña **arteria peronea,** que discurre en el compartimento lateral de la pierna.

En el pie, la arteria tibial anterior forma una red (anastomosis) alrededor de la articulación del tobillo y se continúa en el dorso del pie como **arteria dorsal del pie** (pedia). El principal aporte sanguíneo para los músculos de la planta del pie se origina de la arteria tibial posterior, que pasa inferior al maléolo medial y se divide en las arterias plantares medial y lateral. La plantar medial se divide en ramas superficial y profunda, mientras que la plantar lateral forma un arco plantar profundo y se anastomosa con las arteras del dorso del pie.

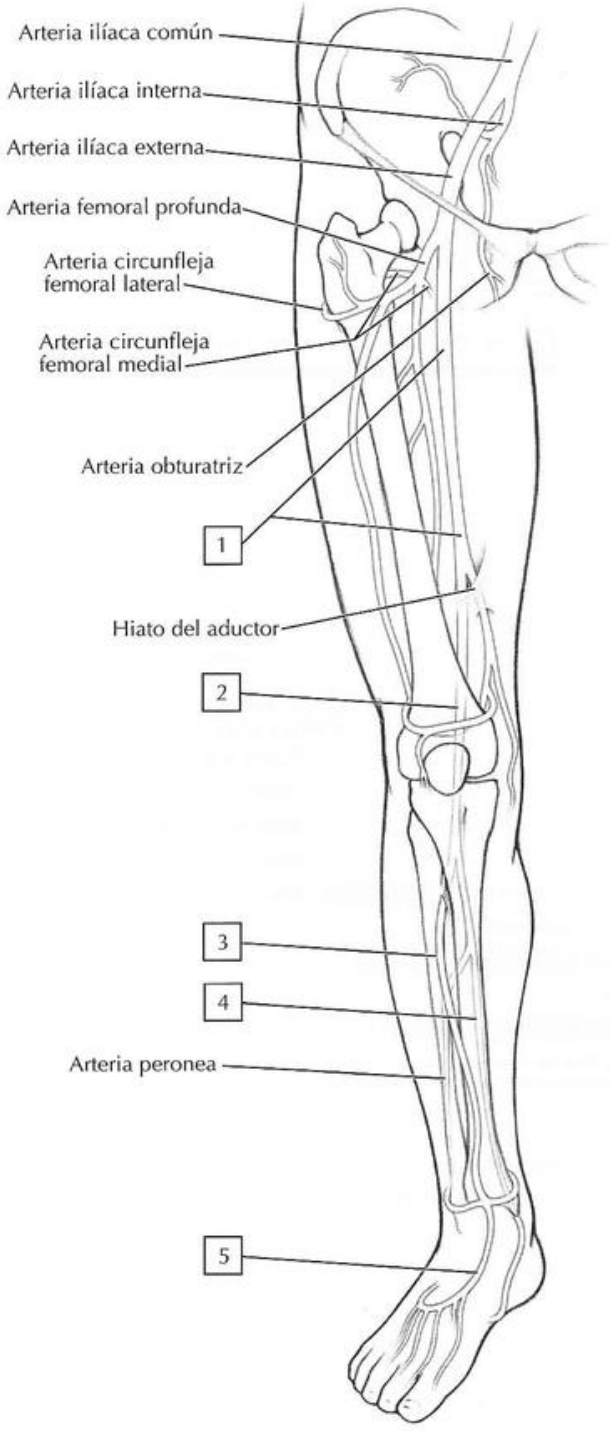
COLOREA las siguientes arterias del miembro inferior, utilizando un color diferente para cada arteria:

- ☐ **1. Femoral**
- ☐ **2. Poplítea**
- ☐ **3. Tibial anterior**
- ☐ **4. Tibial posterior**
- ☐ **5. Dorsal del pie**
- ☐ **6. Plantar medial**
- ☐ **7. Plantar lateral**

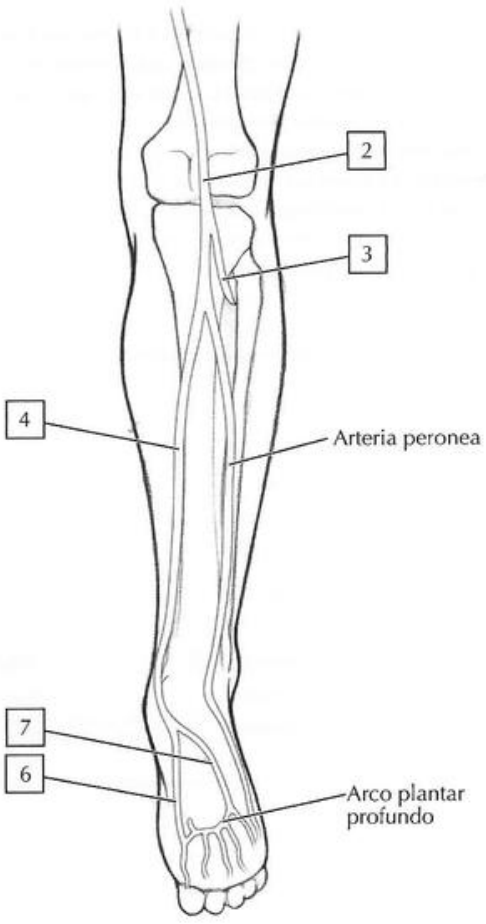
Nota clínica:

Los **puntos de pulso** en el miembro inferior incluyen:

- Femoral: justo inferior al ligamento inguinal, donde la arteria femoral se encuentra superficial
- Poplíteo: detrás de la rodilla
- Tibial posterior: justo por encima del maléolo medial cuando la arteria comienza a descender hacia el pie
- Dorsal del pie (pedio): en el dorso del pie; éste es el pulso más distal al corazón



A. Arterias del miembro inferior: visión anterior



B. Arterias de la pierna y la planta del pie: visión posterior

5 Aorta torácica y abdominal

La **aorta torácica** origina las siguientes arterias principales:
- Arterias coronarias derecha e izquierda, para el corazón
- Tronco braquiocefálico (se divide en las arterias carótida común y subclavia derechas)
- Carótida común izquierda
- Subclavia izquierda
- Arterias bronquiales derechas e izquierdas, variables en número, para los bronquios principales y los pulmones
- Ramas pericárdicas (pequeñas y variables en número)
- Arterias intercostales (discurren a lo largo del borde inferior de cada costilla)
- Arterias esofágicas para irrigar el esófago
- Arterias frénicas superiores para el diafragma

La **aorta abdominal** entra en el abdomen a través del hiato aórtico (nivel vertebral T12) y se divide en las arterias ilíacas comunes por delante de la vértebra L4. Las arterias impares para el tracto gastrointestinal incluyen el tronco celíaco y las arterias mesentéricas superior e inferior. Las arterias pares para las otras vísceras incluyen las arterias suprarrenales, renales y gonadales (ovárica o testicular). Las arterias para las estructuras musculoesqueléticas incluyen las dos arterias frénicas inferiores, de cuatro a cinco pares de arterias lumbares y la arteria sacra media impar. Estas arterias se resumen en la siguiente tabla.

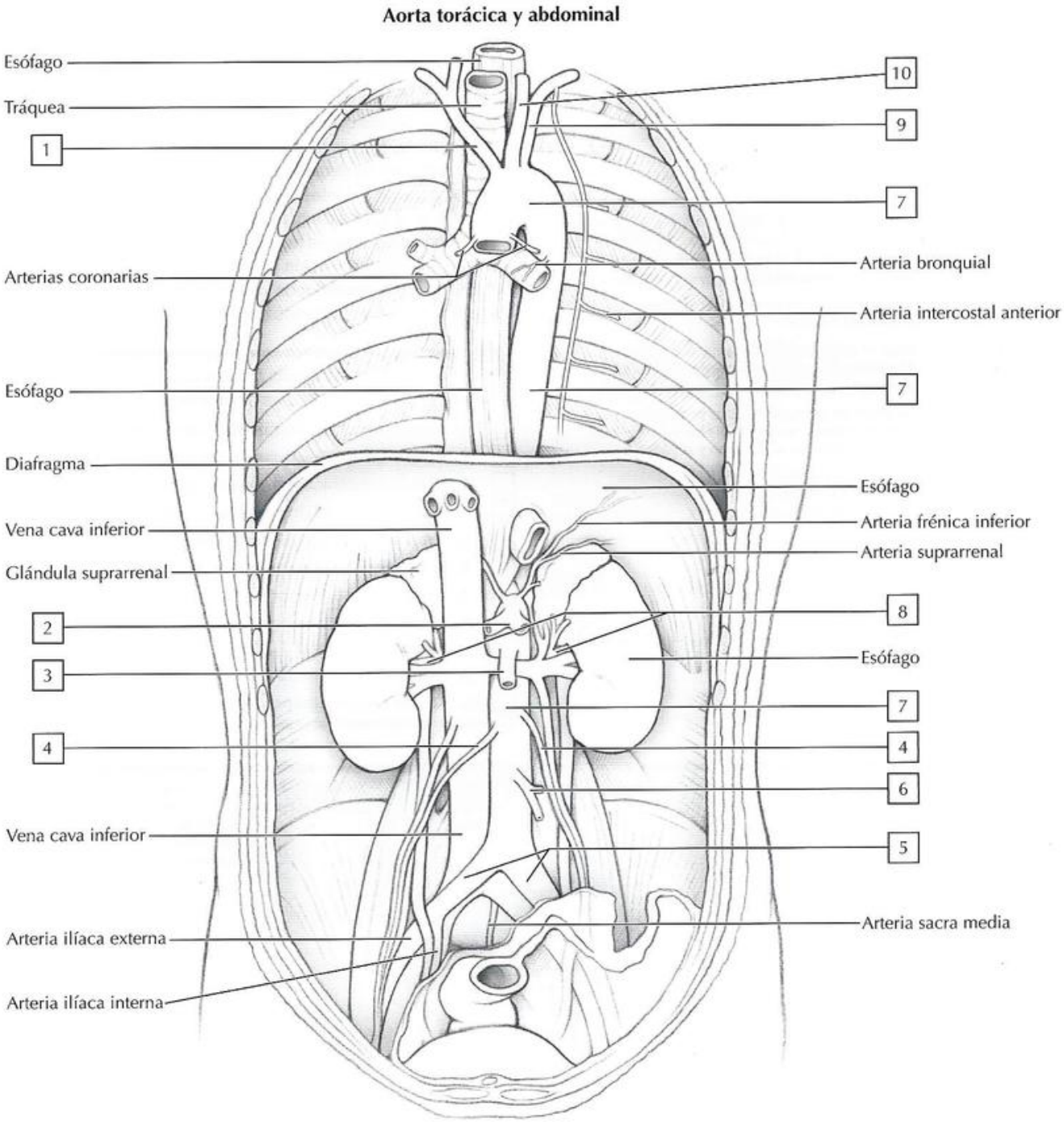
COLOREA las siguientes arterias que se originan de la aorta, utilizando un color diferente para cada arteria:

- ☐ **1. Tronco braquiocefálico**
- ☐ **2. Tronco (arteria) celíaco**
- ☐ **3. Mesentérica superior**
- ☐ **4. Gonadales (ovárica o testicular)**
- ☐ **5. Ilíacas comunes**
- ☐ **6. Mesentérica inferior**
- ☐ **7. Aorta (color rojo para toda la aorta)**
- ☐ **8. Renales**
- ☐ **9. Subclavia izquierda**
- ☐ **10. Carótida común izquierda**

RAMAS DE LA AORTA ABDOMINAL

ARTERIA	ORIGEN DE LA AORTA	LUGAR DE ORIGEN	IRRIGACIÓN
Tronco celíaco	Anterior	Justo inferior al hiato aórtico del diafragma	Porción abdominal del intestino anterior
Mesentérica superior	Anterior	Justo inferior al tronco celíaco	Intestino medio
Mesentérica inferior	Anterior	Inferior a las arterias gonadales	Intestino posterior
Suprarrenales medias	Lateral	Justo superiores a las arterias renales	Glándulas suprarrenales
Renales	Lateral	Justo inferiores a la arteria mesentérica superior	Riñones
Gonadales (testicular u ovárica)	Anterolateral	Inferiores a las arterias renales	Testículos u ovarios
Frénicas inferiores	Anterolateral	Justo inferiores al hiato aórtico	Diafragma
Lumbares	Posterior	Cuatro pares	Pared posterior del abdomen y médula espinal
Sacra media	Posterior	Justo superior a la bifurcación aórtica	Resto de la arteria caudal
Ilíacas comunes	Terminal	Bifurcación a nivel de la vértebra L4	Pelvis, periné, región glútea y miembro inferior

Nota clínica:
Los **aneurismas** (dilataciones en la pared arterial) generalmente afectan a arterias de gran tamaño. La etiología incluye antecedentes familiares, hipertensión, degradación del colágeno y/o elastina de la pared vascular que conduce a la inflamación y el debilitamiento de la pared, y aterosclerosis. La aorta abdominal (por debajo del nivel de las arterias renales) y las arterias ilíacas están muy a menudo involucradas. La reparación quirúrgica de los aneurismas grandes es importante, porque la ruptura de un aneurisma puede ser mortal.


Aorta torácica y abdominal
Esófago
Tráquea
1
Arterias coronarias
Esófago
Diafragma
Vena cava inferior
Glándula suprarrenal
2
3
4
Vena cava inferior
Arteria ilíaca externa
Arteria ilíaca interna
10
9
7
Arteria bronquial
Arteria intercostal anterior
7
Esófago
Arteria frénica inferior
Arteria suprarrenal
8
Esófago
7
4
6
5
Arteria sacra media

5 Arterias del tracto gastrointestinal

Las arterias que irrigan el tracto gastrointestinal (GI) son los tres pares de arterias que se originan en la cara anterior de la aorta abdominal e incluyen:

- **Tronco celíaco:** irriga estructuras viscerales derivadas del intestino anterior embrionario, y el bazo
- **Mesentérica superior (AMS):** irriga estructuras viscerales derivadas del intestino medio embrionario
- **Mesentérica inferior (AMI):** irriga estructuras viscerales derivadas del intestino posterior embrionario

Estas tres arterias del tracto GI y sus ramas principales se resumen en las siguientes tablas.

ARTERIA	ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Tronco celíaco	Irriga el estómago, el bazo, el hígado, la vesícula biliar y porciones del páncreas y el duodeno
Gástrica izquierda	Irriga las porciones proximal del estómago y distal del esófago
Esplénica	Irriga el páncreas (rama dorsal), el estómago (gástricas cortas y gastroomental izquierda) y el bazo
Hepática común	Se divide en la arteria hepática propia y la arteria gastroduodenal, que irrigan el hígado, la vesícula biliar, el estómago, el duodeno y el páncreas
AMS	Irriga el intestino delgado y la mitad proximal del colon; se origina de la aorta, posterior al cuello del páncreas
Pancreatoduodenal inferior	Irriga el duodeno y el páncreas
Cólica media	Irriga el colon transverso
Intestinales	Unas 15 ramas irrigan el yeyuno y el íleon
Ileocólica	Irriga el íleon, el ciego y el apéndice vermiforme
Cólica derecha	Irriga el colon ascendente
AMI	Irriga la porción distal del colon; se origina de la aorta a unos 2 cm superior a su bifurcación

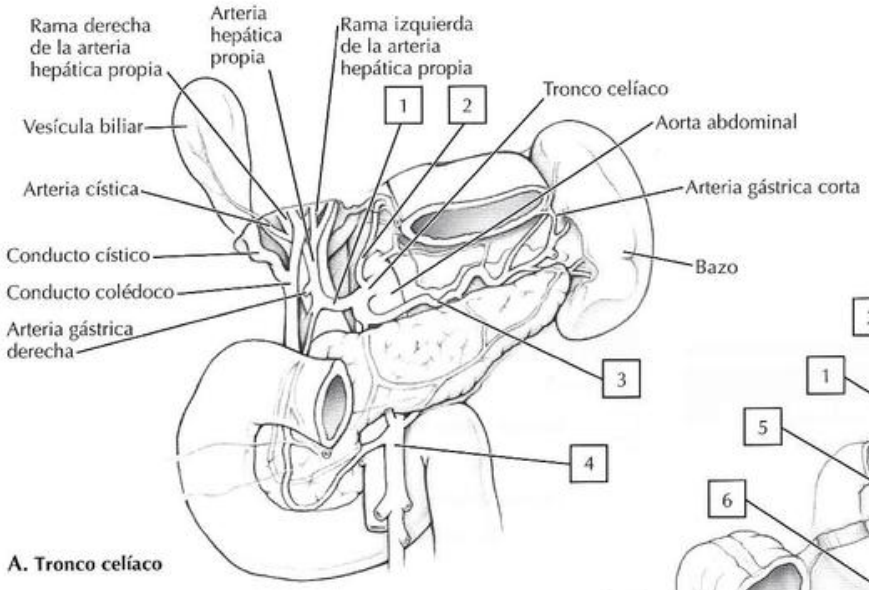
ARTERIA	ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Cólica izquierda	Irriga la porción distal del colon transverso y el colon descendente
Sigmoideas	Tres o cuatro ramas irrigan el colon sigmoide
Rectal superior	Irriga la porción proximal del recto (se anastomosa con otras arterias rectales)

La irrigación arterial del tracto GI en algunos sentidos refleja la inervación autónoma del tracto GI. Por tanto, si uno está familiarizado con los derivados embrionarios del intestino anterior, el intestino medio y el intestino posterior del tracto GI, puede correlacionar el aporte sanguíneo con la inervación parasimpática y simpática de las mismas regiones del intestino. Esta relación entre el tracto GI, la irrigación y la inervación se resume en la tabla inferior dispuesta alrededor de los derivados del intestino anterior, el intestino medio y el intestino posterior del intestino embrionario.

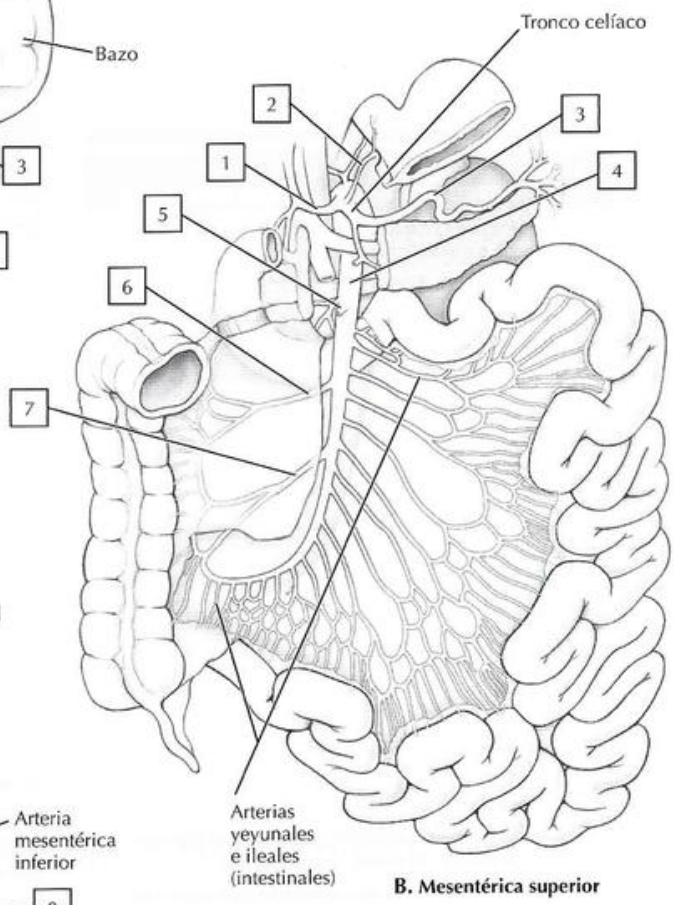
COLOREA las siguientes arterias que irrigan el tracto GI, usando un color diferente para cada arteria:

- ☐ **1. Arteria hepática común del tronco celíaco**
- ☐ **2. Arteria gástrica izquierda del tronco celíaco**
- ☐ **3. Arteria esplénica del tronco celíaco**
- ☐ **4. Porción principal de la arteria mesentérica superior (AMS)**
- ☐ **5. Arteria cólica media de la AMS**
- ☐ **6. Arteria cólica derecha de la AMS**
- ☐ **7. Arteria ileocólica de la AMS**
- ☐ **8. Arteria cólica izquierda de la arteria mesentérica inferior (AMI)**
- ☐ **9. Arterias sigmoideas de la AMI**
- ☐ **10. Arteria rectal superior de la AMI**

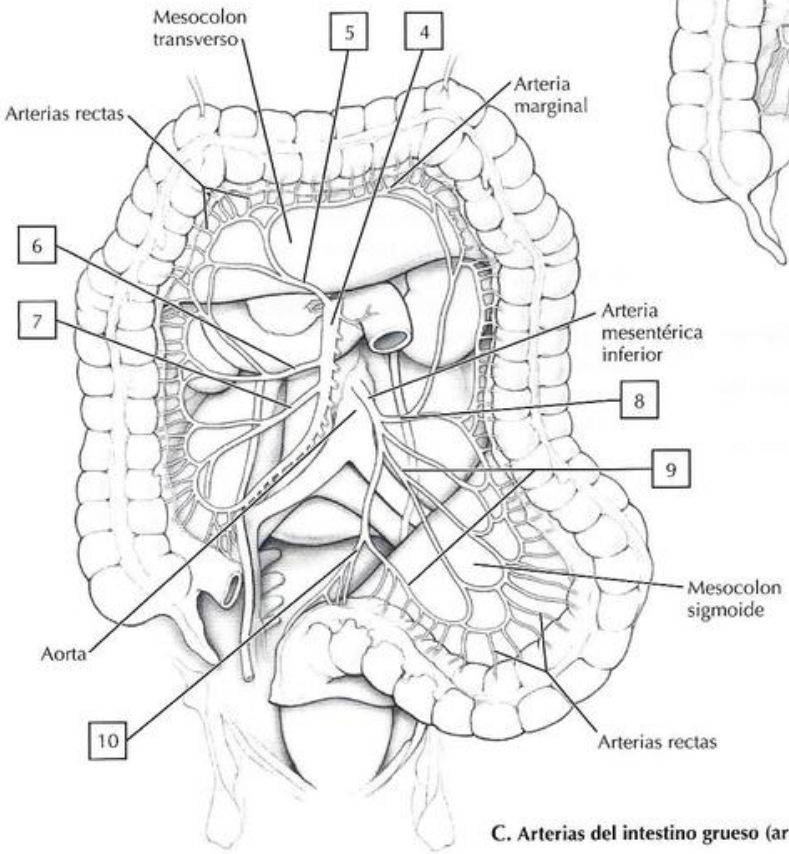
	INTESTINO ANTERIOR	INTESTINO MEDIO	INTESTINO POSTERIOR
Órganos	Estómago Hígado Vesícula biliar Páncreas Bazo 1.ª mitad del duodeno	2.ª mitad del duodeno Yeyuno Íleon Ciego Colon ascendente 2/3 del colon transverso	1/3 izquierdo del colon transverso Colon descendente Colon sigmoide Recto
Arterias	Tronco celíaco: Esplénica Gástrica izquierda Hepática común	Mesentérica superior: Ileocólica Cólica derecha Cólica media	Mesentérica inferior: Cólica izquierda Ramas sigmoideas Rectal superior
Mesenterio ventral	Omento menor Ligamento falciforme Ligamentos coronarios/triangulares	Nada	Nada
Mesenterio dorsal	Ligamento gastroesplénico Ligamento esplenorrenal Ligamento gastrocólico Omento mayor	Mesointestino Mesoapéndice Mesocolon transverso	Mesocolon sigmoide
Inervación:			
Parasimpática	Vago	Vago	Nervios esplácnicos pélvicos (S2-S4)
Simpática	Nervios esplácnicos torácicos (T5-T10)	Nervios esplácnicos torácicos (T11-T12)	Nervios esplácnicos lumbares (L1-L2)



A. Tronco celíaco



B. Mesentérica superior



C. Arterias del intestino grueso (arterias mesentéricas superior e inferior)

5 Arterias de la pelvis y el periné

La aorta abdominal se divide a nivel de la vértebra L4 en las **arterias ilíacas comunes derecha** e **izquierda.** Las arterias ilíacas comunes a continuación se dividen en las arterias ilíacas externas, cada una de las cuales pasa hacia delante y por debajo del ligamento inguinal para entrar en el muslo como arterias femorales, y las **arterias ilíacas internas.** Las arterias ilíacas internas irrigan las vísceras pélvicas, las paredes musculares de la pelvis, los músculos de la región glútea (nalga) y el periné y los genitales externos. Las principales ramas de las arterias de la pelvis se resumen en la siguiente tabla (observa que éstas son las de la mujer).

ARTERIA (DIVISIÓN)	TRAYECTO Y ESTRUCTURAS IRRIGADAS
Ilíaca común	Se divide en ilíacas externa (para el miembro inferior) e interna (para la pelvis)
Ilíaca interna	Se divide en división posterior (P) y división anterior (A)
Iliolumbar (P)	Para el músculo ilíaco (arteria ilíaca), psoas mayor, cuadrado lumbar y columna vertebral (arteria lumbar)
Sacra lateral (P)	Para el músculo piriforme y sacro (meninges y nervios)
Glútea superior (P)	Entre el tronco lumbosacro y el nervio S1, pasa a través del agujero ciático mayor y entra en la región glútea
Glútea inferior (A)	Entre S1 o S2 y S2 o S3 para la región glútea
Pudenda interna (A)	Para estructuras perineales
Umbilical (A)	Da origen a la arteria vesical superior para la vejiga urinaria y se convierte en el ligamento umbilical medial cuando alcanza la pared anterior del abdomen
Obturatriz (A)	Pasa hacia la cara medial del muslo a través del agujero obturado (con el nervio obturador)
Uterina (A)	Discurre sobre el músculo elevador del ano y el uréter para alcanzar el útero
Vaginal (A)	Desde la ilíaca interna o la uterina, pasa hacia la vagina
Rectal media (A)	Para la porción inferior del recto y superior del conducto anal
Ovárica	Desde la aorta abdominal, discurre por el ligamento suspensorio del ovario
Rectal superior	Continuación de la arteria mesentérica inferior (AMI) para el recto
Sacra media	Desde la bifurcación aórtica, arteria impar para el sacro y el cóccix

Las arterias en el varón son similares, excepto en que las ramas uterina, vaginal y ovárica se sustituyen por las arterias para el conducto deferente (de una rama vesical), prostática (de la vesical inferior) y testicular (de la aorta). Existe una variabilidad significativa de estas arterias, por lo que se identifican mejor al nombrarlas por la estructura que irrigan.

El aporte sanguíneo al periné se realiza a través de la **arteria pudenda interna** de la ilíaca interna. La pudenda interna da origen a las siguientes ramas:

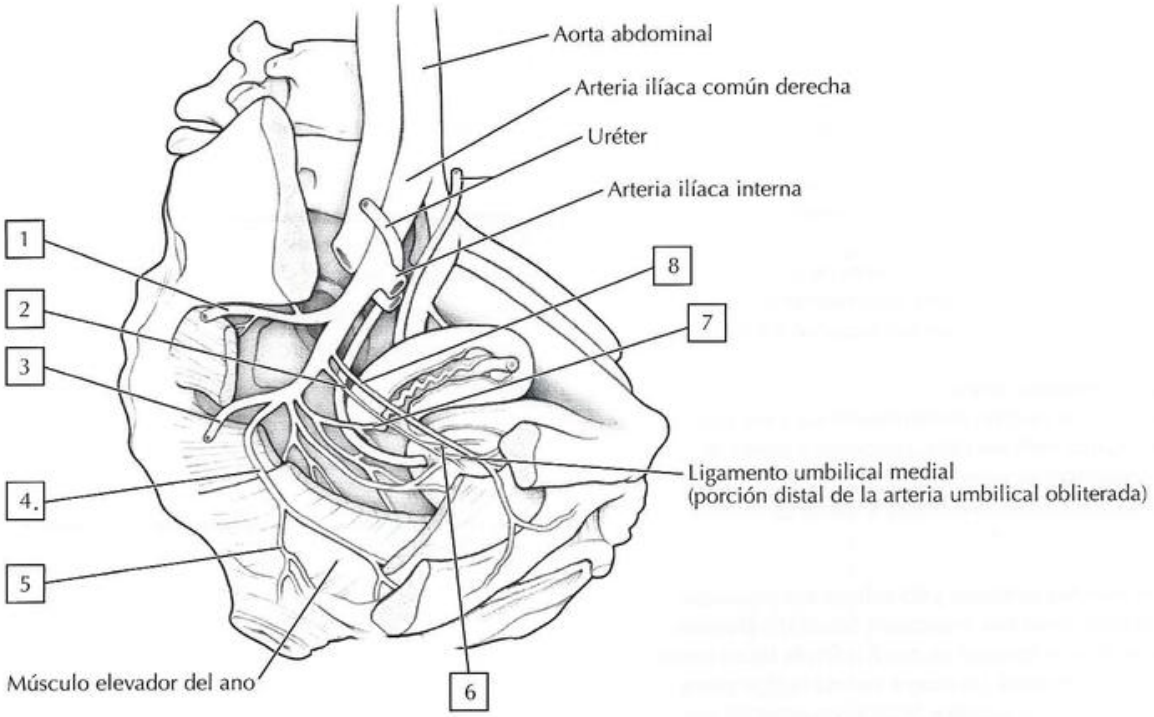
- **Rectal inferior:** para el esfínter externo del ano
- **Perineal:** se origina de la pudenda y proporciona ramas para los labios (escroto en el varón)
- **Porción terminal de la pudenda interna:** termina proporcionando ramas a los tejidos eréctiles (bulbo del vestíbulo en la mujer y bulbo del pene en el varón) y ramas para el clítoris (pene en el varón)

COLOREA las siguientes ramas de la arteria ilíaca interna, utilizando un color diferente para cada arteria:

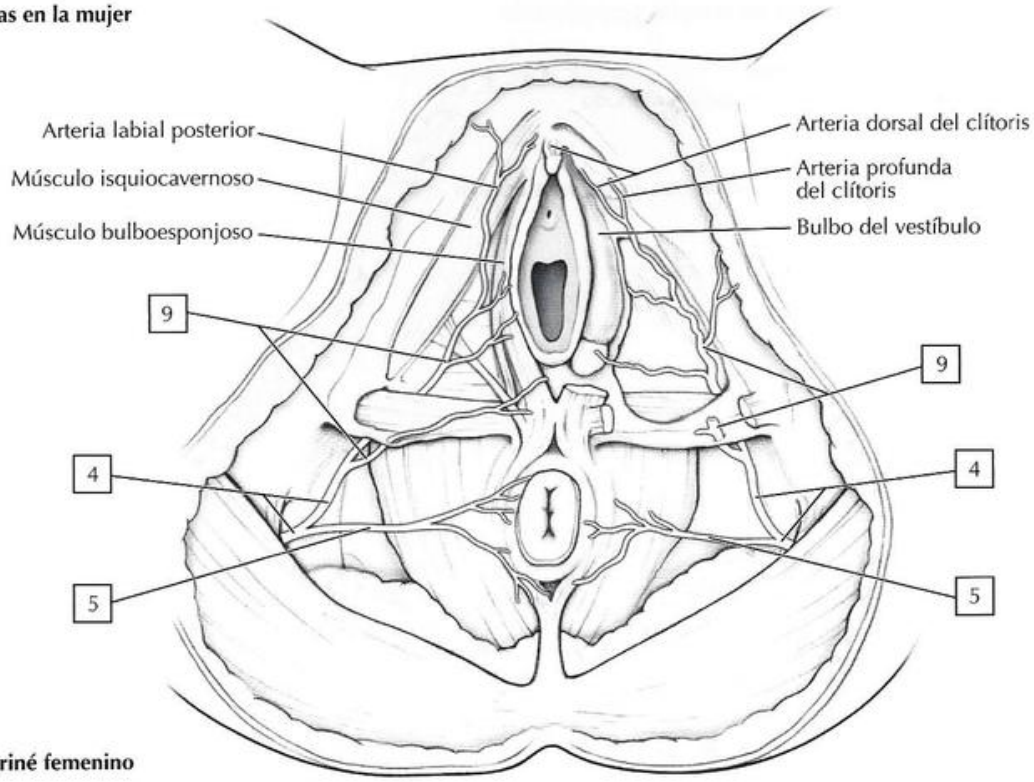
- ☐ **1. Glútea superior**
- ☐ **2. Umbilical**
- ☐ **3. Glútea inferior**
- ☐ **4. Pudenda interna**
- ☐ **5. Rectal inferior**
- ☐ **6. Vesical superior**
- ☐ **7. Uterina**
- ☐ **8. Obturatriz**
- ☐ **9. Perineal**

Nota clínica:

La **disfunción eréctil** (DE) es la incapacidad para lograr y/o mantener la suficiente erección del pene para el coito. Su aparición aumenta con la edad. La función eréctil normal ocurre cuando un estímulo sexual causa la liberación de óxido nítrico desde las terminaciones nerviosas y las células endoteliales de los cuerpos cavernosos. Esto relaja el tono del músculo liso vascular y aumenta el flujo de sangre que congestiona simultáneamente los tejidos eréctiles y comprime las venas que de otro modo podrían drenar la sangre. Los medicamentos disponibles para tratar la DE en el varón ayudan a relajar el músculo liso vascular de las pequeñas arterias que irrigan los tejidos eréctiles del pene (estas arterias son ramas de la pudenda interna). Observa que este mismo mecanismo también funciona en la mujer, y es responsable de la congestión del tejido eréctil del bulbo del vestíbulo y el clítoris.



A. Arterias pélvicas en la mujer



B. Arterias del periné femenino

5 Venas del tórax

El sistema venoso de las cavidades corporales (cavidades torácica y abdominopélvica) se compone de:

- Sistema de la vena cava: venas cavas superior e inferior y sus tributarias
- Sistema porta hepático: vena porta y sus tributarias

El **sistema de la vena cava** drena:

- Paredes corporales, incluidos los componentes musculoesqueléticos y la piel que los recubre
- Regiones de la cabeza y el cuello, a través de los senos venosos de la duramadre (encéfalo), y el sistema venoso de las yugulares internas y externas
- Miembros superiores e inferiores, a través de un conjunto de venas profundas y superficiales que finalmente drenan en las venas cavas superior (miembro superior) o inferior (miembro inferior)

El **sistema porta hepático** drena:

- Tubo digestivo en la cavidad abdominopélvica y sus órganos accesorios (hígado, vesícula biliar, páncreas) a través de sus ramas mesentéricas superior e inferior y sus tributarias
- Bazo, un órgano del sistema linfático, a través de la vena esplénica

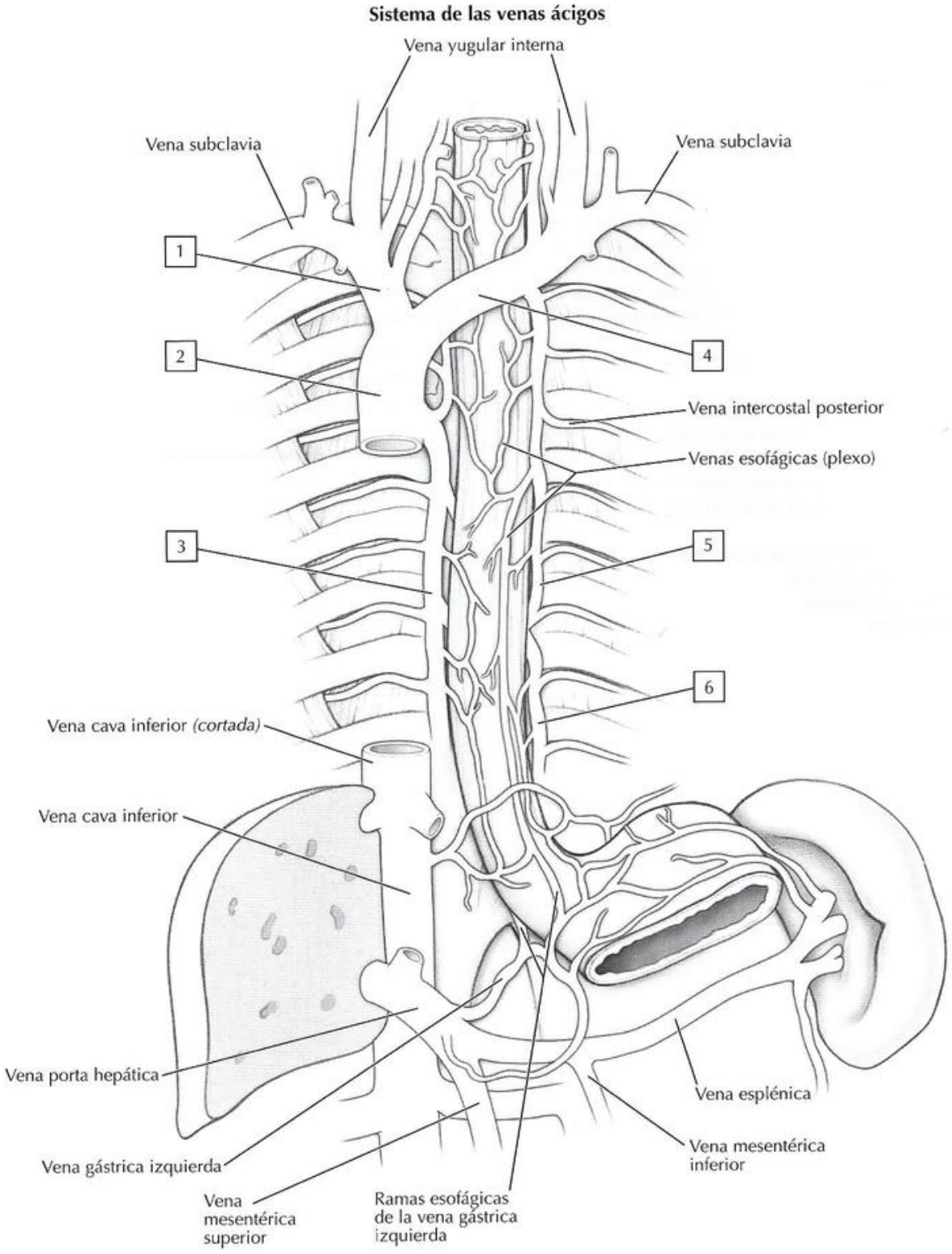
En el tórax, las paredes torácicas y las estructuras viscerales (pulmones, esófago, timo) son drenadas a través del **sistema de las venas ácigos** (el corazón se drena a través de su propio sistema de venas cardíacas). La sangre venosa ácigos drena finalmente en la vena cava superior (VCS) justo antes de que la VCS entre en el atrio derecho del corazón. Las tributarias de la ácigos son:

- Venas intercostales (posteriores)
- Vena hemiácigos (drena en la ácigos y a menudo en la hemiácigos accesoria)
- Vena hemiácigos accesoria
- Venas lumbares (conexiones ascendentes con la vena ácigos)
- Venas esofágicas
- Venas mediastínicas
- Venas pericárdicas
- Venas bronquiales

El sistema de las venas ácigos forma un conducto venoso importante entre la vena cava inferior y la VCS. Es parte del sistema de drenaje venoso profundo pero tiene conexiones con las venas superficiales que discurren en los tejidos subcutáneos. El sistema de las venas ácigos no posee válvulas (por lo que la dirección del flujo sanguíneo es dependiente de la presión) y sus ramas pueden ser variables, como es típico del sistema venoso en general.

COLOREA las siguientes venas, utilizando un color diferente para cada vena:

- ☐ **1. Braquiocefálica derecha**
- ☐ **2. Vena cava superior (VCS)**
- ☐ **3. Ácigos**
- ☐ **4. Braquiocefálica izquierda**
- ☐ **5. Hemiácigos accesoria**
- ☐ **6. Hemiácigos**


Sistema de las venas ácigos
Vena yugular interna
Vena subclavia
Vena subclavia
1
2
3
4
5
6
Vena intercostal posterior
Venas esofágicas (plexo)
Vena cava inferior (cortada)
Vena cava inferior
Vena porta hepática
Vena gástrica izquierda
Vena mesentérica superior
Ramas esofágicas de la vena gástrica izquierda
Vena esplénica
Vena mesentérica inferior

5 Venas de la cavidad abdominopélvica

Las venas que drenan todas las estructuras de la cavidad abdominopélvica excepto el tracto GI, sus órganos accesorios (hígado, vesícula biliar, páncreas) y el bazo son tributarias que drenan principalmente a la **vena cava inferior** (VCI).

El drenaje venoso de la pelvis se produce principalmente en las tributarias que se corresponden con las ramas arteriales de la arteria ilíaca interna y en correspondencia tienen los mismos nombres. Finalmente, esta sangre venosa se recoge en las venas ilíacas comunes, que luego desembocan en la VCI. El periné y los genitales externos son drenados en gran parte por la **vena pudenda interna,** que se corresponde con la arteria del mismo nombre que irriga esta región. La VCI discurre superiormente y atraviesa la cúpula del diafragma, anterior a la vértebra T8, para drenar en el atrio derecho del corazón.

Las principales tributarias de la VCI incluyen:

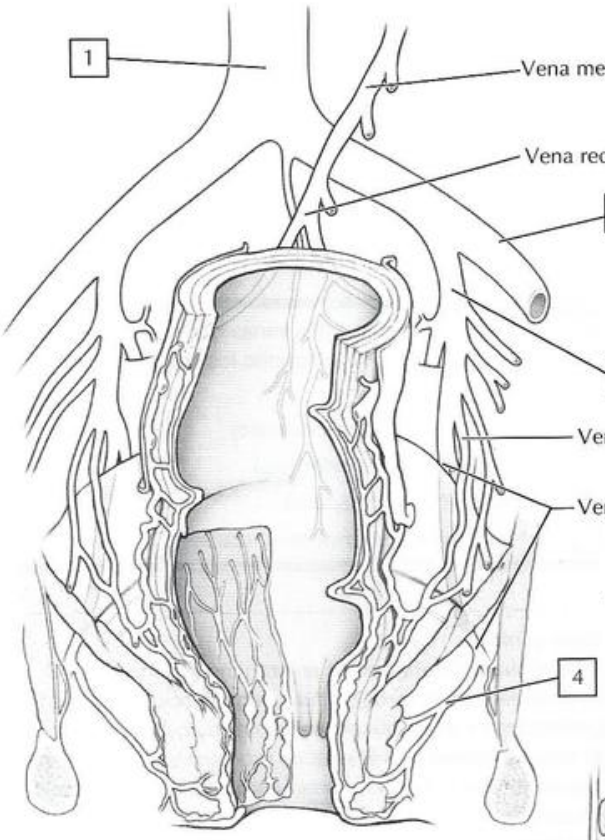
- Venas ilíacas comunes
- Venas lumbares (las venas lumbares superiores suelen formar conexiones con el sistema de las venas ácigos a través de venas lumbares ascendentes)
- Vena gonadal derecha (ovárica o testicular) (la vena gonadal izquierda drena en la vena renal izquierda)
- Venas renales
- Vena suprarrenal derecha (la suprarrenal izquierda drena en la vena renal izquierda)
- Venas frénicas inferiores
- Venas hepáticas

Estas venas abdominopélvicas no poseen válvulas, por lo que la dirección del flujo de sangre depende del gradiente de presión en los vasos. Al igual que con el sistema de las venas ácigos en el tórax, las conexiones con las venas superficiales en los tejidos subcutáneos se producen con las venas que drenan el interior de las paredes corporales.

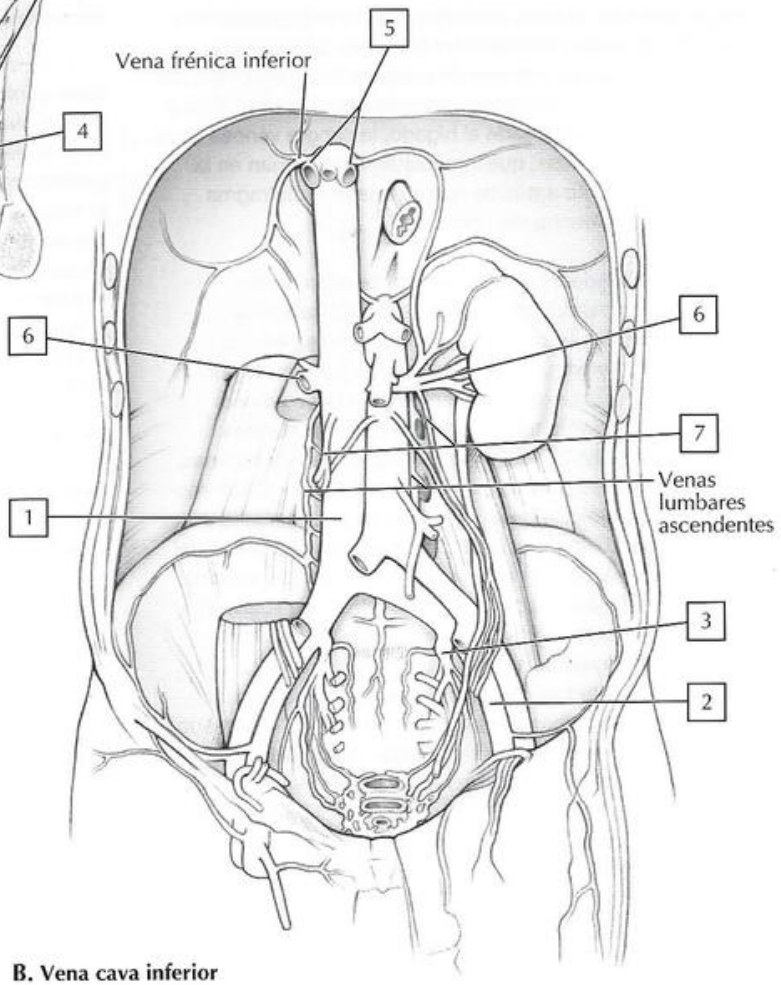
COLOREA las siguientes venas, utilizando un color diferente para cada vena:

- ☐ **1. VCI**
- ☐ **2. Ilíaca externa**
- ☐ **3. Ilíaca interna**
- ☐ **4. Rectal inferior**
- ☐ **5. Hepática**
- ☐ **6. Renal**
- ☐ **7. Gonadales derecha e izquierda (venas ováricas o testiculares)***

*Observa que la vena gonadal izquierda drena en la vena renal izquierda, no en la VCI.



A. Venas del recto y el conducto anal



B. Vena cava inferior

5 Anastomosis portosistémicas

El tracto GI, sus órganos accesorios (vesícula biliar, hígado, páncreas) y el bazo son drenados mediante el sistema venoso porta hepático. Cuatro grandes venas componen este sistema:

- **Mesentérica inferior:** drena los derivados del intestino posterior del tracto GI, que incluye la porción distal del colon transverso, el colon descendente, el colon sigmoide y la porción proximal del recto
- **Mesentérica superior:** drena los derivados del intestino medio del tracto GI, que incluye la porción distal del duodeno, el intestino delgado, el colon ascendente y la porción proximal del colon transverso, así como el páncreas
- **Esplénica:** drena el bazo, el estómago y el páncreas
- **Porta hepática:** formada por la unión de las **venas esplénica** y **mesentérica superior,** esta gran vena drena el estómago y la vesícula biliar y recibe todo el drenaje venoso de las tres venas que acabamos de mencionar

Toda la sangre de las estructuras viscerales enumeradas anteriormente drena finalmente en la vena porta hepática y luego en el hígado. El hígado procesa productos importantes y fuentes de energía (glucosa, grasas, proteínas, vitaminas) procedentes del tracto GI, produce combustibles celulares, produce las proteínas plasmáticas y factores de coagulación, metaboliza las toxinas y los fármacos, excreta sustancias como la bilirrubina y produce ácidos biliares. Desde el hígado, la sangre venosa fluye en varias venas hepáticas, que inmediatamente drenan en la vena cava inferior justo antes de que atraviese el diafragma y entre en el atrio derecho del corazón.

Diversas enfermedades, como la cirrosis, pueden dañar el hígado e impedir el flujo de sangre venosa a través de este órgano vital. Sin embargo, la sangre debe regresar al corazón para el intercambio de gases en los pulmones, por lo que deberá desviarse del hígado mediante anastomosis portosistémicas importantes para tener acceso al sistema de las venas cavas (VCS, VCI y venas ácigos) y sus tributarias, que pueden entonces devolver la sangre al corazón. El retorno venoso impedido eleva la presión sanguínea en el sistema porta hepático causando hipertensión portal; dado que las venas del sistema porta hepático carecen de válvulas, la sangre venosa puede revertir el flujo y buscar rutas alternativas de vuelta al corazón. Clínicamente, estas anastomosis portosistémicas salvan vidas e incluyen las siguientes rutas principales:

- **Esofágica:** la sangre se desviará desde las venas porta hepática y esplénica hacia las venas gástricas del estómago y luego a las venas esofágicas que están conectadas al sistema de las venas ácigos, drenando finalmente en la VCS y el corazón (v. parte A)
- **Rectal:** la sangre drenará inferiormente en la vena mesentérica inferior hacia la vena rectal superior y luego a las venas rectales media e inferior (anastomosis alrededor del recto) para acceder a la VCI y el corazón (v. parte B)
- **Paraumbilical:** la sangre de la vena porta hepática drenará en las venas paraumbilicales y llenará las venas subcutáneas de la pared abdominal (forma una maraña de venas tortuosas visible en la superficie abdominal, denominada cabeza de medusa), que luego pueden drenar en tributarias de la VCS, la VCI y el sistema de las venas ácigos (v. parte C)
- **Retroperitoneal:** la menos importante de las vías; algo de sangre drenará de las vísceras GI retroperitoneales en venas parietales en la pared del cuerpo para acceder a las tributarias de la vena cava (no se muestran)

COLOREA las siguientes venas que contribuyen al sistema anastomótico portocava, utilizando los colores sugeridos para cada vena:

- ☐ **1. Porta hepática (azul oscuro)**
- ☐ **2. Mesentérica superior (lila)**
- ☐ **3. Esplénica (rojo oscuro)**
- ☐ **4. Mesentérica inferior (azul claro)**

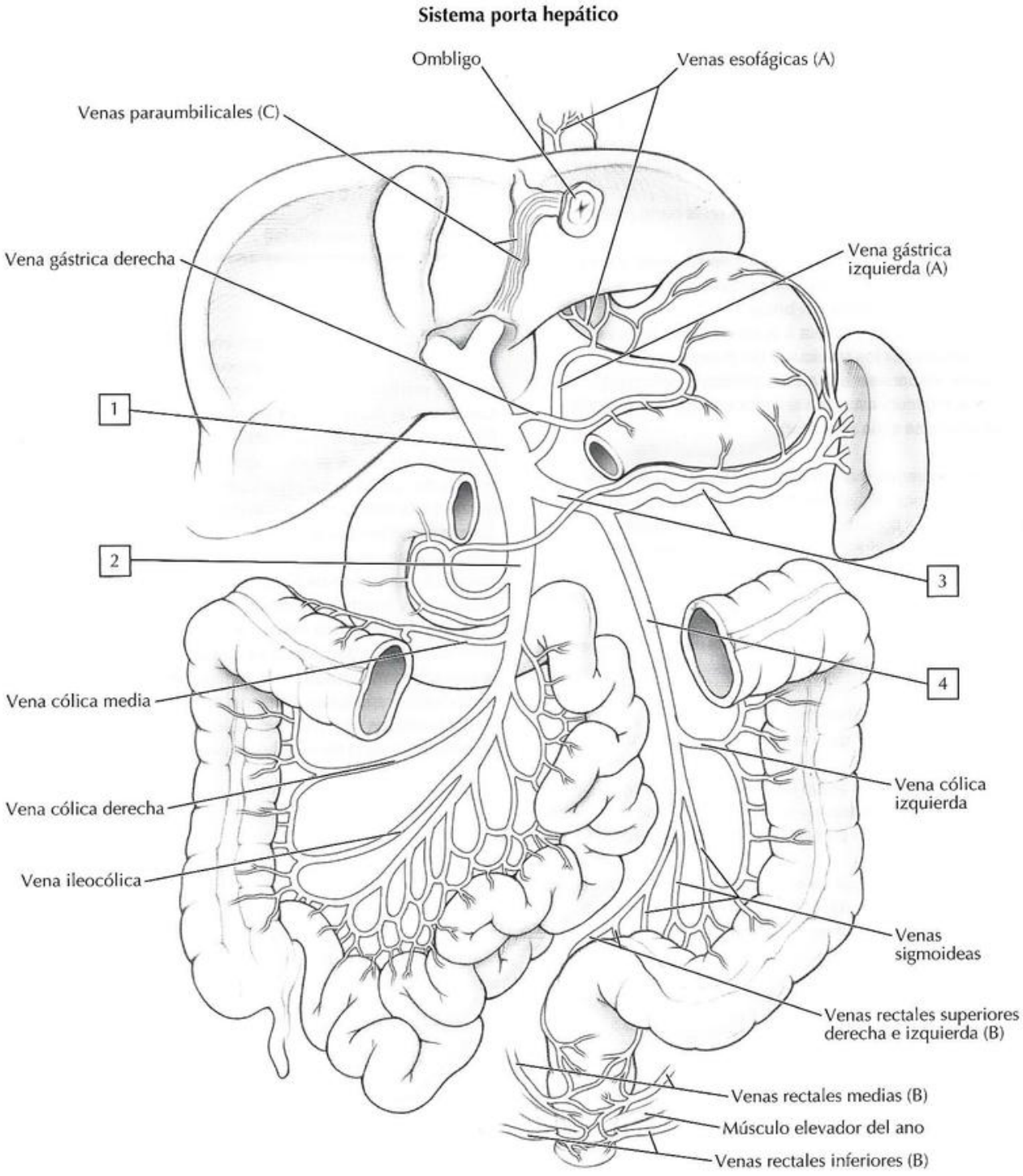
Nota clínica:

La cirrosis, una enfermedad en gran medida irreversible, se caracteriza por fibrosis difusa, regeneración nodular del parénquima y una arquitectura hepática alterada que interrumpe el flujo sanguíneo porta hepático progresivamente a través del hígado (lo que conduce a hipertensión portal). Las principales causas de cirrosis son:

- Enfermedad hepática alcohólica: 60-70%
- Hepatitis vírica: 10%
- Enfermedades biliares: 5-10%
- Otras: 5-15%

La **hipertensión portal,** resultado de la mayor resistencia al flujo de sangre venosa a través del hígado enfermo, tiene las siguientes consecuencias clínicas:

- Ascitis (acumulación anormal de líquido en la cavidad abdominal)
- Formación de derivaciones venosas portosistémicas mediante las anastomosis señaladas anteriormente
- Esplenomegalia congestiva (congestión del bazo con sangre)
- Encefalopatía hepática (las toxinas en la sangre, no eliminadas por el hígado enfermo, causan disfunción cerebral)


Sistema porta hepático
Ombligo
Venas esofágicas (A)
Venas paraumbilicales (C)
Vena gástrica derecha
Vena gástrica izquierda (A)
1
2
3
4
Vena cólica media
Vena cólica derecha
Vena ileocólica
Vena cólica izquierda
Venas sigmoideas
Venas rectales superiores derecha e izquierda (B)
Venas rectales medias (B)
Músculo elevador del ano
Venas rectales inferiores (B)

5 Venas del miembro superior

De forma similar al resto del cuerpo, el miembro superior es drenado por un conjunto de venas profundas y superficiales. Sin embargo, las venas del miembro superior (e inferior) contienen válvulas, que ayudan, en gran parte por la acción de la contracción de los músculos adyacentes, al retorno de la sangre venosa al corazón contra gravedad.

El **conjunto de venas profundas** del miembro superior es paralelo a las arterias e incluye las siguientes venas principales:

- **Radial:** es paralela a la arteria radial en la parte lateral del antebrazo
- **Cubital:** es paralela a la arteria cubital en la parte medial del antebrazo
- **Braquial:** formada por la unión de las venas radial y cubital en la fosa del codo; esta vena es paralela a la arteria braquial en la cara medial del brazo
- **Axilar:** en la axila, es paralela a la arteria axilar en la vaina axilar (rodeada por los fascículos del plexo braquial)
- **Subclavia:** es paralela a la arteria subclavia pero pasa anterior al músculo escaleno anterior en lugar de posterior a él (la arteria se sitúa posterior)

El **conjunto de venas superficiales** del miembro superior está conectado por venas comunicantes al conjunto de venas profundas y proporciona una ruta adicional para el retorno venoso al corazón. Estas venas pueden variar considerablemente de una persona a otra y tienen extensas tributarias. Las venas tienen también válvulas para ayudar en el retorno venoso e incluyen las siguientes venas principales:

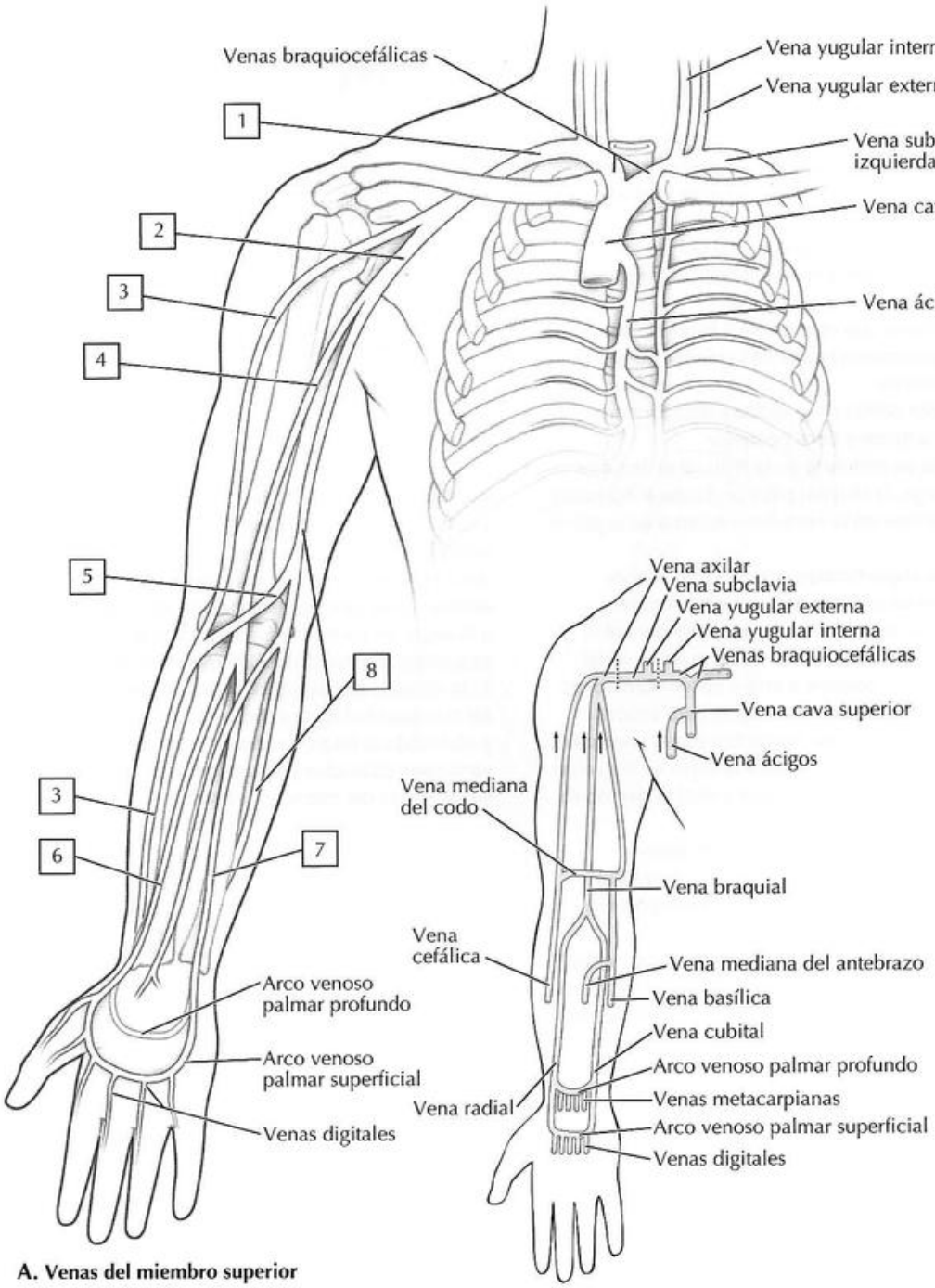
- **Red venosa dorsal:** la mayor parte de la sangre de la palma de la mano drenará en estas venas (especialmente cuando se aprieta la mano)
- **Cefálica:** discurre en el tejido subcutáneo a lo largo de la parte lateral del antebrazo y el brazo para drenar finalmente en la vena axilar
- **Basílica:** discurre en el tejido subcutáneo a lo largo de las partes medial del antebrazo y distal del brazo para finalmente hacerse profunda en la parte medial del brazo y drenar en la vena axilar
- **Mediana del codo:** pasa de la vena cefálica a la vena basílica en la fosa del codo; es una localización frecuente para la venopunción, para tomar una muestra de sangre o administrar líquidos por vía intravenosa

COLOREA las siguientes venas del miembro superior, utilizando un color diferente para cada vena:

- ☐ **1. Subclavia**
- ☐ **2. Axilar**
- ☐ **3. Cefálica (superficial)**
- ☐ **4. Braquial**
- ☐ **5. Mediana del codo (superficial)**
- ☐ **6. Radial**
- ☐ **7. Cubital**
- ☐ **8. Basílica (superficial)**

Nota clínica:

En general, las venas son más numerosas que las arterias, más variables en su ubicación y a menudo paralelas a las arterias, especialmente las profundas dentro del cuerpo o los miembros. Las venas de los miembros y las de la parte inferior del cuello (venas yugulares internas) contienen válvulas, mientras que la mayoría de las otras venas en el cuerpo son avalvulares. A menudo, cuando una vena como la vena braquial o la axilar es paralela a la arteria del mismo nombre, la vena forma realmente «venas satélites» (venas que acompañan) o una red de venas que entrelazan la arteria paralela como las enredaderas entrelazan un tronco de árbol. Con algunas excepciones importantes, muchas venas pueden ser sacrificadas durante la cirugía debido a que existen abundantes conductos venosos alternativos para devolver la sangre desde una región hacia el corazón (por supuesto, si la reparación venosa es factible, es preferible repararlas). Además, el cuerpo normalmente «creará» nuevas venas de tributarias adyacentes para drenar un área despojada de su drenaje venoso.



A. Venas del miembro superior

B. Esquema de las venas del miembro superior

5 Venas del miembro inferior

De manera similar al resto del cuerpo, el miembro inferior es drenado por medio de un conjunto de venas profundas y superficiales. Sin embargo, las venas del miembro inferior (y superior) contienen válvulas, que ayudan, en gran parte por la acción de la contracción de los músculos adyacentes, a devolver la sangre venosa al corazón contra gravedad.

El **conjunto de venas profundas** del miembro inferior es paralelo a las arterias e incluye las siguientes venas principales:

- **Tibial posterior:** drena la planta del pie y la parte medial del tobillo ascendiendo superiormente por la pierna; es paralela a la arteria tibial posterior en el compartimento posterior de la pierna
- **Tibial anterior:** empieza como vena dorsal del pie en el dorso del pie y es paralela a la arteria tibial anterior en el compartimento anterior de la pierna
- **Peronea:** pequeña vena que es paralela a la arteria del mismo nombre en el compartimento lateral de la pierna y drena en la vena tibial posterior
- **Poplítea:** se sitúa por detrás de la rodilla y está formada por las venas tibial anterior y tibial posterior
- **Femoral:** la poplítea se convierte en la femoral en la parte distal del muslo; luego, la femoral pasa profunda al ligamento inguinal para convertirse en la vena ilíaca externa en la pelvis

El **conjunto de venas superficiales** del miembro inferior está conectado por venas comunicantes al conjunto de venas profundas y proporciona una ruta adicional para el retorno venoso hacia el corazón. Estas venas pueden variar considerablemente de una persona a otra y tienen numerosas tributarias. Las venas tienen también válvulas para ayudar en el retorno venoso e incluyen las siguientes venas principales:

- **Arco venoso dorsal:** drena sangre desde el pie en las venas safenas menor y mayor en la cara lateral y medial del tobillo, respectivamente
- **Safena menor:** discurre superiormente en el tejido subcutáneo de la pantorrilla (cara posterior de la pierna) y luego se hace profunda para drenar en la vena poplítea, detrás de la rodilla
- **Safena mayor:** discurre superiormente desde el lado medial del tobillo para correr por la parte medial de la pierna y el muslo, drenando en la vena femoral justo inferior al ligamento inguinal

Observa que la vena safena mayor y la vena cefálica del miembro superior son venas análogas, al igual que la vena safena menor y la vena basílica del miembro superior (ambas se hacen profundas para unirse a una vena más profunda).

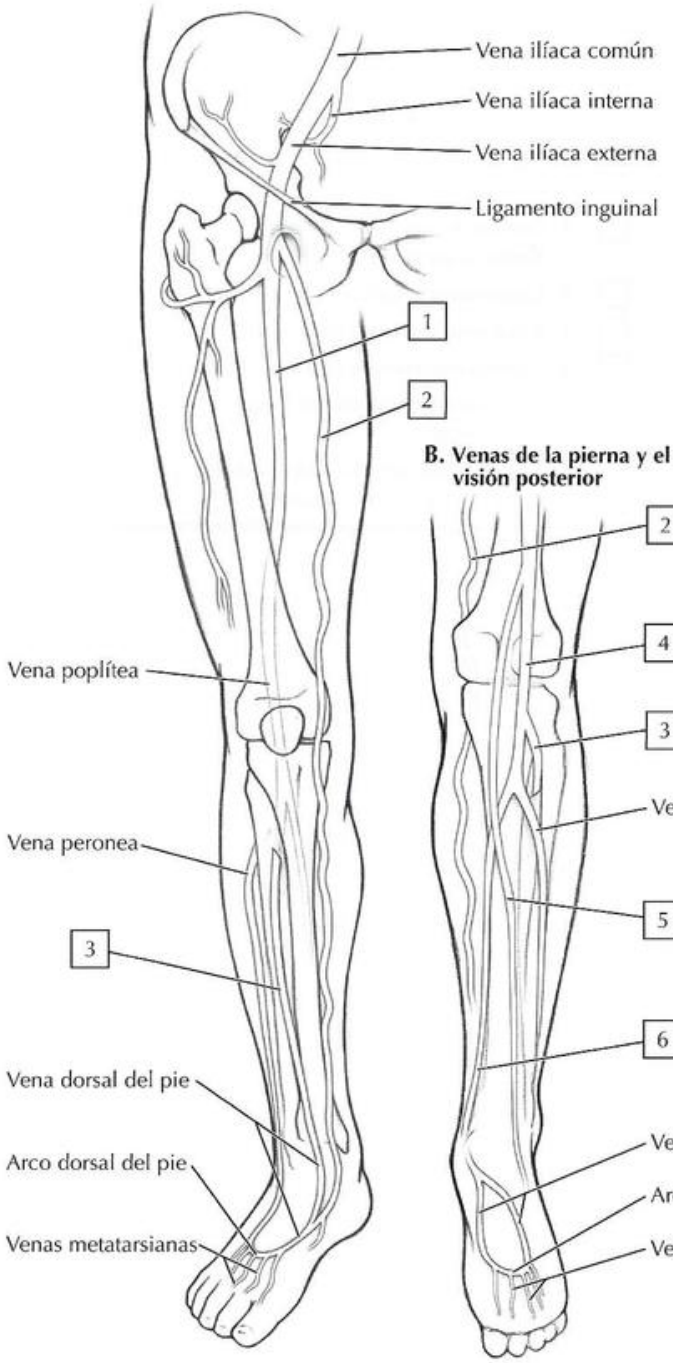
COLOREA las siguientes venas del miembro inferior, utilizando un color diferente para cada vena:

- ☐ **1. Femoral**
- ☐ **2. Safena mayor (superficial)**
- ☐ **3. Tibial anterior**
- ☐ **4. Poplítea**
- ☐ **5. Safena menor (superficial)**
- ☐ **6. Tibial posterior**

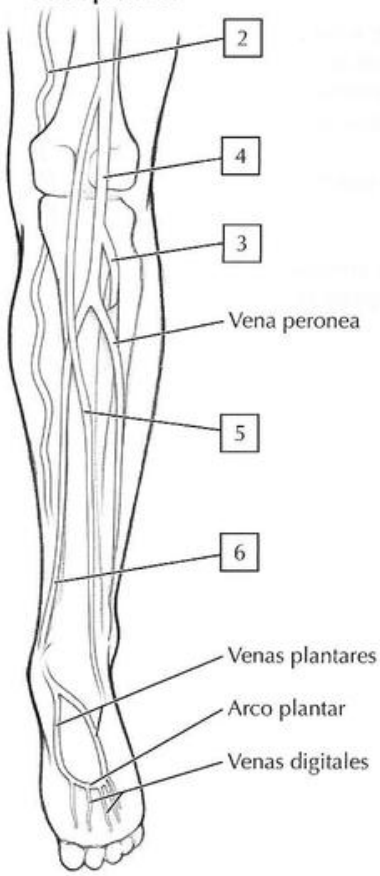
Nota clínica:

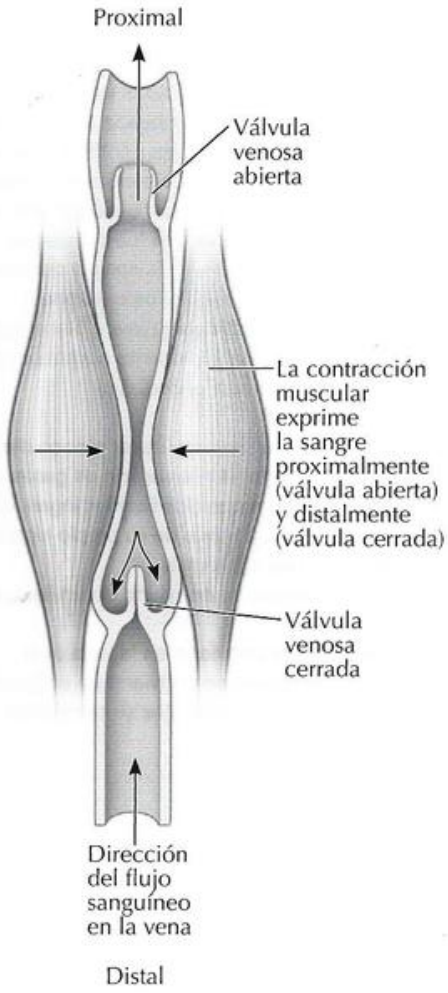
Las venas de los miembros y las de la parte inferior del cuello contienen válvulas. Las válvulas son una extensión de la túnica íntima de la pared venosa, se proyectan en la luz de la vena y son similares en apariencia a las válvulas semilunares del corazón. Las válvulas venosas ayudan en el retorno venoso contra gravedad mediante la prevención del reflujo de la sangre. La sangre en las venas de los miembros es impulsada a lo largo, en parte, mediante la contracción de los músculos esqueléticos adyacentes. Las paredes de las venas adyacentes a las válvulas pueden debilitarse y distenderse, comprometiendo así la capacidad de la válvula para que funcione correctamente y afectando al retorno venoso. Estas venas se denominan **venas varicosas** (dilatadas y tortuosas); esta afección es más común en las venas del miembro inferior.

A. Venas del miembro inferior: visión anterior



B. Venas de la pierna y el pie: visión posterior





C. Las válvulas venosas pueden ayudar al retorno contra gravedad

5 Circulación prenatal y posnatal

El patrón de circulación fetal es un patrón de intercambio de gases y nutrientes/intercambio de residuos metabólicos con la sangre materna a través de la placenta (pero sin intercambio de células de la sangre) y distribución de oxígeno y sangre rica en nutrientes a los tejidos del feto. Varias derivaciones permiten a la sangre fetal desviarse en gran parte del hígado, que no se necesita para el procesamiento metabólico in útero, y de los pulmones, que tampoco se necesitan para el intercambio gaseoso in útero. La madre se encarga de ello a cuenta del feto. Por tanto, la sangre en el feto necesita evitar el hígado y los pulmones y tener acceso directo al lado izquierdo del corazón de manera que pueda ser bombeada a la circulación sistémica fetal. Varias derivaciones fetales permiten que esto suceda:

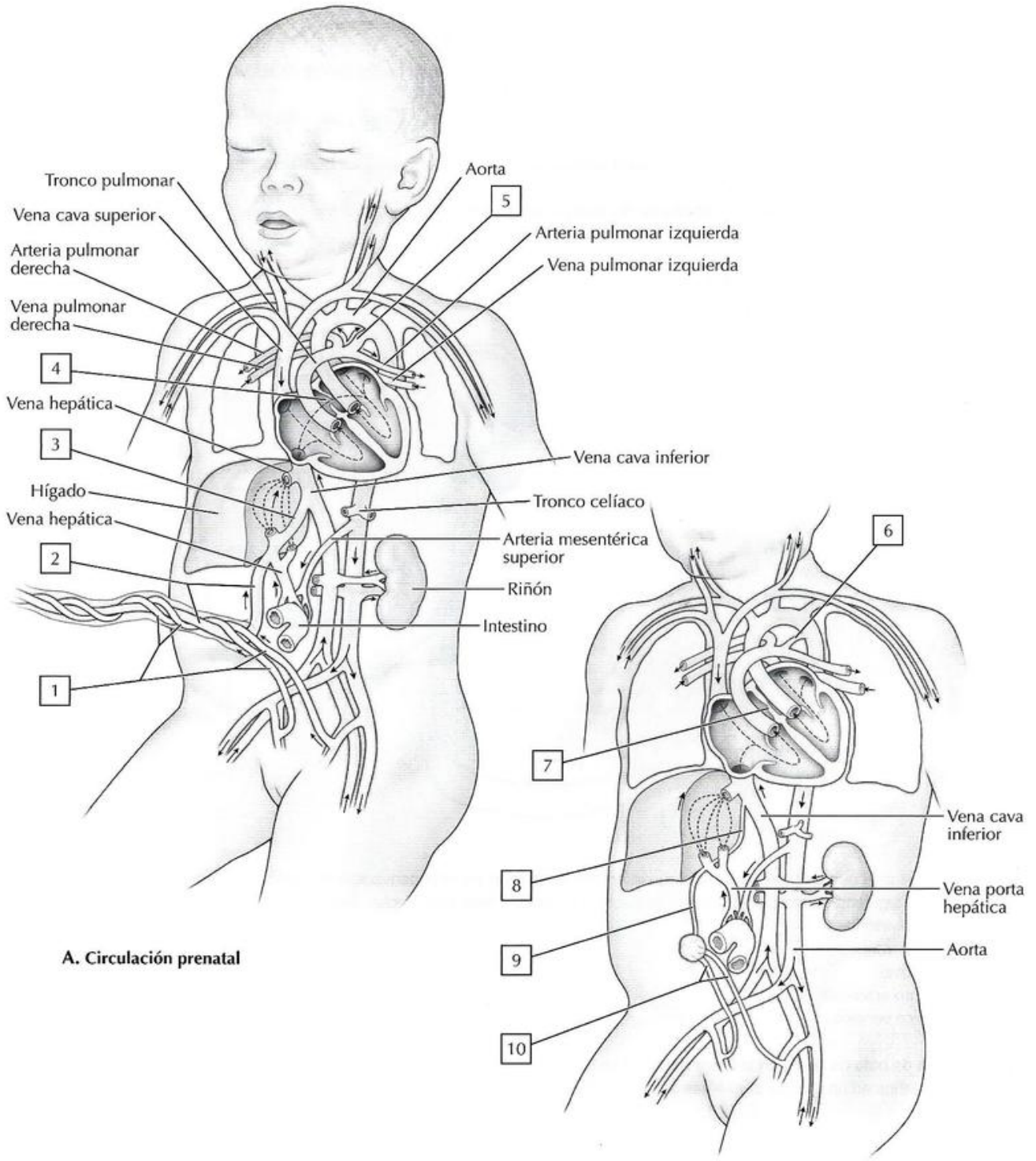
- **Conducto venoso** (desvía la sangre en el hígado)
- **Agujero oval** (deriva la sangre desde el atrio derecho al atrio izquierdo, evitando así los pulmones)
- **Conducto arterioso** (deriva la sangre del tronco pulmonar hacia la aorta; también evita los pulmones)
- **Arterias y vena umbilicales** (vasos placentarios que devuelven la sangre a la placenta o transportan sangre desde la placenta hacia el corazón)

Estas derivaciones se cierran al nacer o poco después; el bebé recién nacido comienza el intercambio de gases a través de sus propios pulmones y procesa los líquidos ingeridos, y finalmente los alimentos sólidos, a través de su propio hígado. Estos cambios al nacimiento son los siguientes:

- El conducto venoso se convierte en un ligamento (ligamento venoso)
- El agujero oval se convierte en la fosa oval
- El conducto arterioso se convierte en el ligamento arterioso
- Las arterias y vena umbilicales se convierten en ligamentos

COLOREA los siguientes elementos de la circulación prenatal y posnatal:

- ☐ **1. Arterias umbilicales (transportan la sangre desde el feto a la placenta)**
- ☐ **2. Vena umbilical (transporta la sangre desde la placenta al corazón del feto)**
- ☐ **3. Conducto venoso (derivación para desviar el hígado fetal)**
- ☐ **4. Agujero oval (derivación desde el atrio fetal derecho al atrio izquierdo para eludir los pulmones del feto)**
- ☐ **5. Conducto arterioso (derivación del tronco pulmonar hacia la aorta para eludir los pulmones del feto)**
- ☐ **6. Ligamento arterioso (conducto arterioso obliterado)**
- ☐ **7. Fosa oval (agujero oval obliterado)**
- ☐ **8. Ligamento venoso (conducto venoso obliterado)**
- ☐ **9. Ligamento redondo del hígado (vena umbilical obliterada)**
- ☐ **10. Ligamentos umbilicales mediales (parte ocluida de las arterias umbilicales)**



A. Circulación prenatal

B. Circulación posnatal

PREGUNTAS DE REPASO

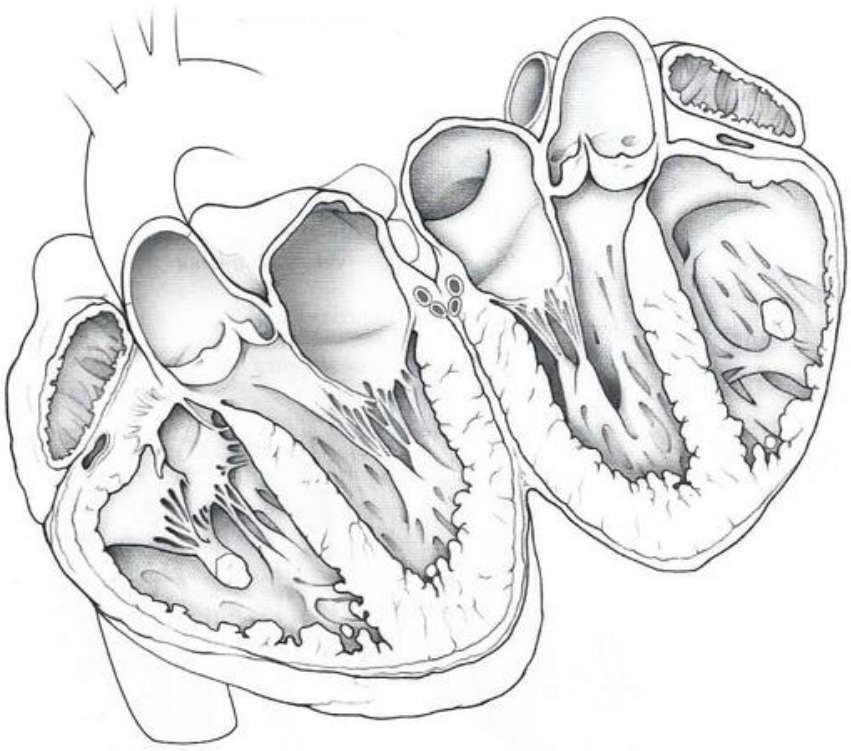
Colorea, en el dibujo de esta página, las estructuras que se describen a continuación:

1. Este músculo se extiende por el interior de los ventrículos y evita el prolapso de las valvas de las válvulas atrioventriculares.

2. La sangre que sale del ventrículo izquierdo pasa a través de esta válvula.

3. La sangre del atrio izquierdo pasa a través de esta válvula para entrar en el ventrículo izquierdo.

4. La sangre que retorna desde la porción inferior del cuerpo entra en el atrio derecho a través de esta vena.



5. A menudo se produce un defecto del tabique interatrial en el lugar de esta derivación del tabique interatrial en el corazón fetal. ¿Cuál de las siguientes estructuras o características del corazón fetal está involucrada en este defecto?
   A. Conducto arterioso
   B. Conducto venoso
   C. Agujero oval
   D. Ligamento arterioso
   E. Ligamento venoso

6. Una herida de bala en la región anterior del hombro traumatiza los fascículos del plexo braquial y lo más probable es que también produzca daños en una de las siguientes arterias. ¿De cuál se trata?
   A. Axilar
   B. Braquial
   C. Tronco braquiocefálico
   D. Carótida común
   E. Subclavia

7. ¿En cuál de las siguientes venas drena la vena ovárica izquierda?
   A. Mesentérica inferior
   B. Vena cava inferior
   C. Ilíaca externa izquierda
   D. Renal izquierda
   E. Porta hepática

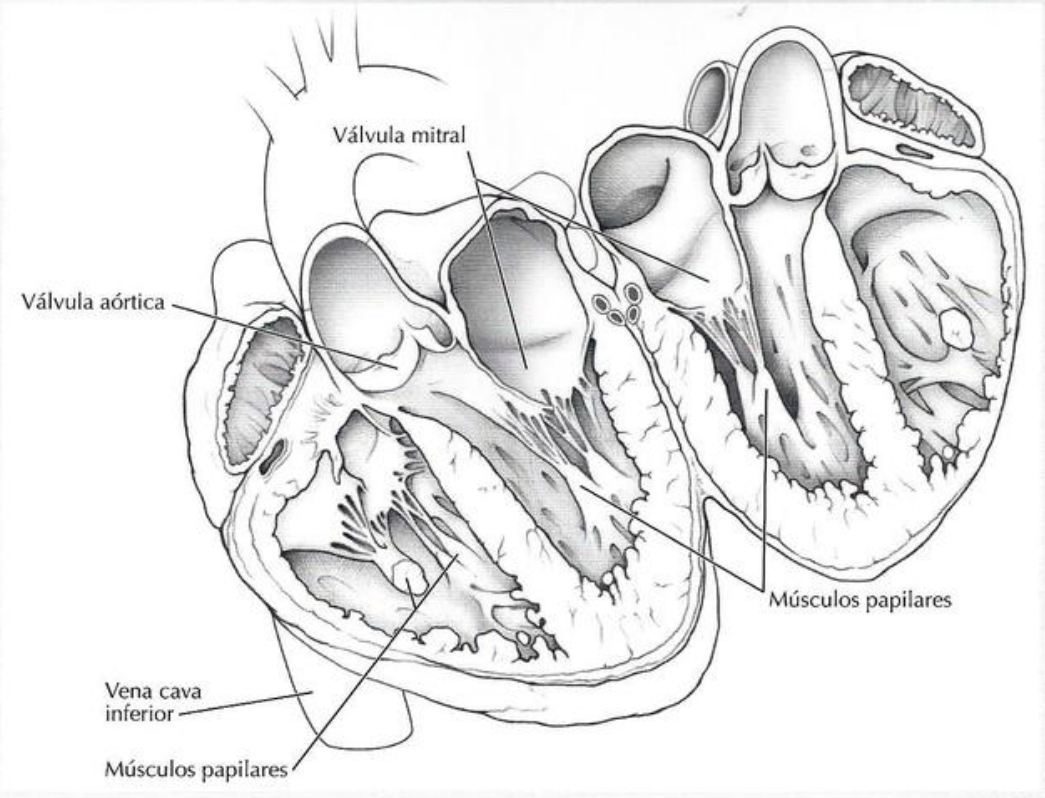
8. ¿Qué tres arterias impares proporcionan el principal aporte de sangre a la porción abdominal del tubo digestivo (tracto gastrointestinal)?
   A. _____
   B. _____
   C. _____

9. Un desgarro en la región perineal implicará muy probablemente sangrado de las ramas de la arteria principal que irriga esta región. ¿A qué arteria nos referimos? _____

10. ¿Qué arteria es responsable del pulso más distal del cuerpo y que es valorado frecuentemente por el médico? _____
    _____

RESPUESTAS

1. Músculo(s) papilar(es) en cada ventrículo
2. Válvula aórtica
3. Válvula mitral
4. Vena cava inferior



5. C

6. A

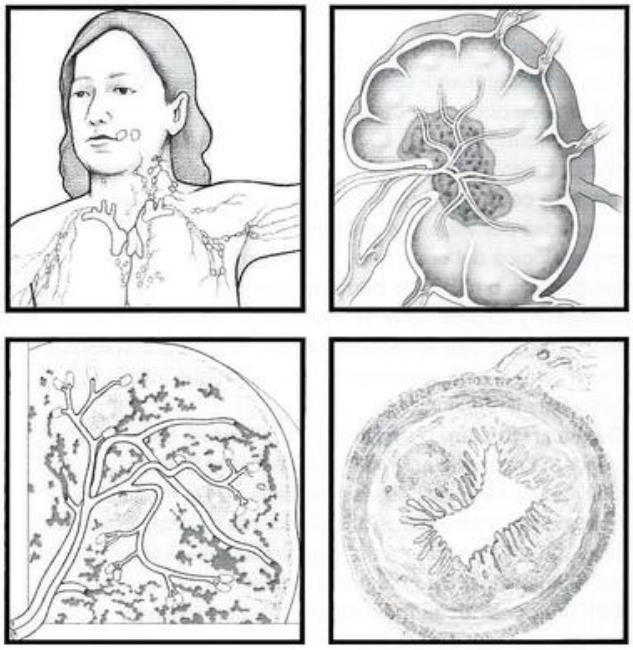
7. D

8. Tronco celíaco, arteria mesentérica superior y arteria mesentérica inferior

9. Arteria pudenda interna

10. Pulso dorsal del pie (pedio) en el dorso del pie

Capítulo 6 **Sistema linfático**



© 2015. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

6 Organización general del sistema linfático

El sistema linfático está íntimamente asociado con el sistema cardiovascular, tanto en el desarrollo de sus vasos linfáticos como en su función inmunitaria. Las funciones del sistema linfático son:

- Proteger el cuerpo contra la infección mediante la activación de los mecanismos de defensa que conforman nuestro sistema inmunitario
- Recoger líquidos tisulares, solutos, hormonas y proteínas plasmáticas y devolverlos al sistema circulatorio (circulación sanguínea)
- Absorber grasa (quilomicrones) en el intestino delgado mediante los vasos linfáticos quilíferos

Los componentes del sistema linfático incluyen:

- **Linfa:** un líquido acuoso que se asemeja al plasma, pero que contiene menos proteínas y puede contener grasa, junto con células (principalmente linfocitos y algunos eritrocitos)
- **Linfocitos:** componentes celulares de la linfa, que incluyen células T, células B
- **Vasos linfáticos:** una extensa red de vasos y capilares en los tejidos periféricos que transportan linfa y linfocitos
- **Órganos linfoides:** cúmulos de tejido linfoide que incluyen los nódulos linfáticos, los agregados de tejido linfoide a lo largo de la vía respiratoria y el tubo digestivo, las tonsilas, el timo, el bazo y la médula ósea

COLOREA los órganos linfoides, utilizando un color diferente para cada órgano:

- ☐ **1. Tonsilas (amígdalas)**
- ☐ **2. Timo**
- ☐ **3. Bazo**
- ☐ **4. Médula ósea**

El cuerpo tiene alrededor de un 60% de líquido en peso, con un 40% de líquido intracelular y un 20% de líquido extracelular (LEC). Los vasos linfáticos son esenciales para retornar LEC, solutos y proteínas (perdidos a través de los capilares en el compartimento del LEC) de vuelta al torrente sanguíneo. Los linfáticos devuelven aproximadamente 3,5-4,0 l de líquido al día de vuelta al torrente sanguíneo y también distribuyen hormonas, nutrientes (grasas desde el intestino y proteínas desde el intersticio) y productos de desecho desde el LEC a la circulación sanguínea.

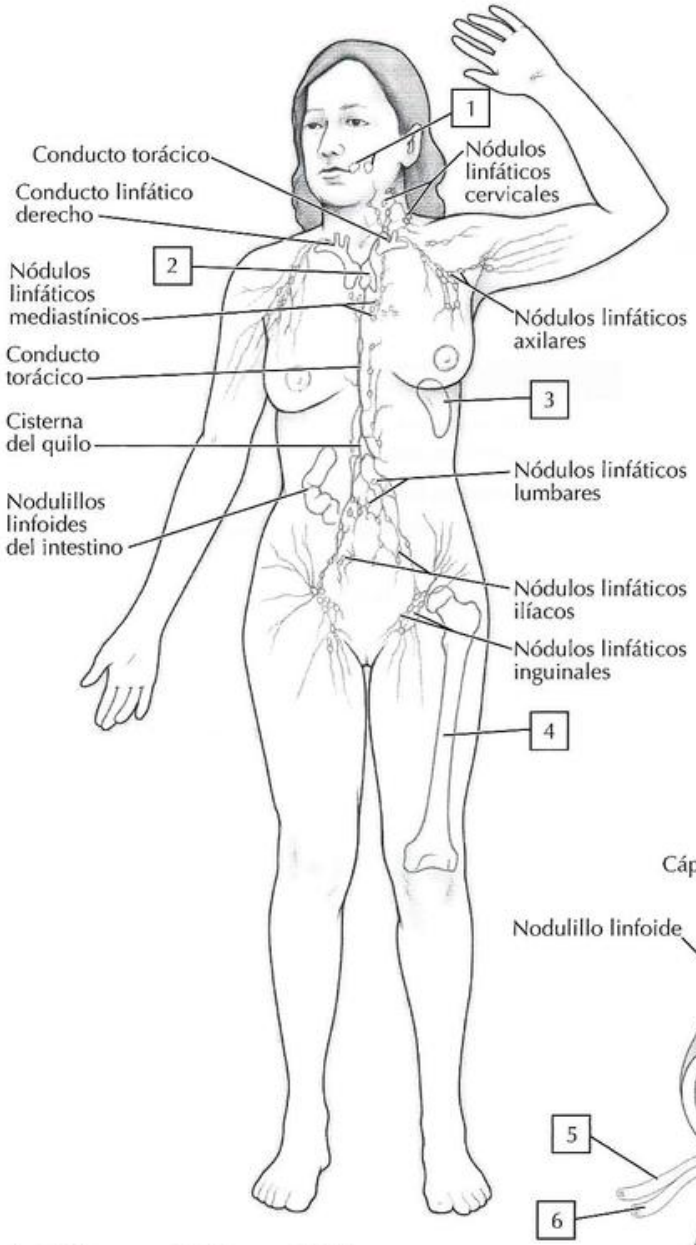
Los **vasos linfáticos** transportan linfa de todas las partes del cuerpo, excepto el sistema nervioso central, hacia los principales conductos linfáticos, con la mayor parte de la linfa recolectada en el **conducto torácico** (se une a las venas en la unión de las venas yugular interna izquierda y subclavia izquierda). Un conducto mucho más pequeño, el **conducto linfático derecho,** drena vasos linfáticos del cuadrante superior derecho del cuerpo a una localización similar en el lado derecho. Los **nódulos (ganglios) linfáticos** encapsulados se colocan estratégicamente para actuar como «filtros» de la linfa a medida que avanza hacia el sistema venoso.

COLOREA los siguientes elementos de un nódulo linfático, utilizando los colores indicados para cada elemento:

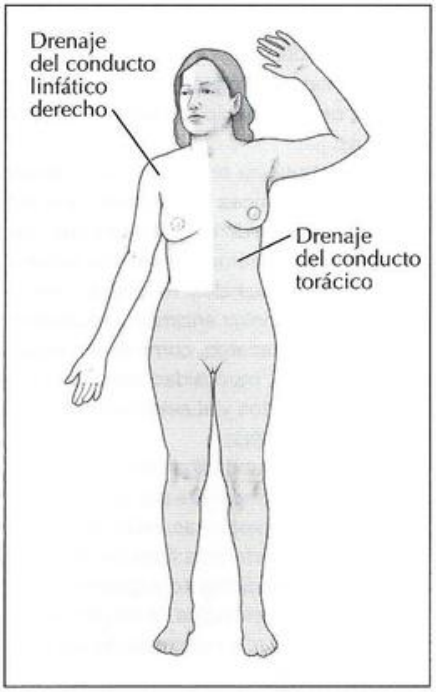
- ☐ **5. Vena (azul)**
- ☐ **6. Arteria (rojo)**
- ☐ **7. Vaso linfático eferente (amarillo)**
- ☐ **8. Vasos linfáticos aferentes (verde)**

Las células asociadas con el sistema linfático y sus respuestas inmunitarias incluyen:

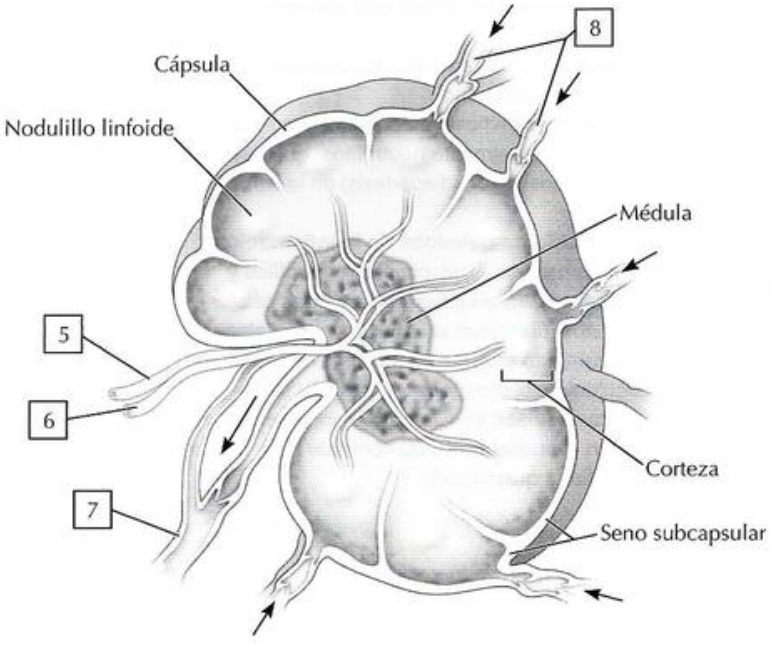
- **Linfocitos:** células B (células derivadas de la médula ósea que comprenden alrededor del 10-15% de los linfocitos circulantes; pueden diferenciarse en **células plasmáticas,** que secretan anticuerpos que pueden unirse a antígenos extraños), células T (células dependientes del timo que comprenden aproximadamente el 80% de los linfocitos circulantes; atacan a células extrañas y células infectadas por virus, y puede ser células T citotóxicas, cooperadoras o supresoras) y células NK (células asesinas naturales, que comprenden alrededor del 5-10% de los linfocitos circulantes; atacan a células extrañas, células cancerosas o células infectadas por virus, y proporcionan constantemente vigilancia inmunológica del cuerpo)
- **Leucocitos o glóbulos blancos:** monocitos, neutrófilos, basófilos y eosinófilos (v. lámina 5-1).
- **Macrófagos:** células fagocitarias que actúan como carroñeros y son células presentadoras de antígeno, que inician la respuesta inmunitaria
- **Células reticulares:** similares a fibroblastos, estas células pueden atraer células T y B y células dendríticas
- **Células dendríticas:** células derivadas de la médula ósea que son potentes células presentadoras de antígeno a las células T y se encuentran principalmente en la piel, la nariz, los pulmones, el estómago y los intestinos
- **Células dendríticas foliculares:** células altamente ramificadas que se mezclan con las células B en el centro germinal del nódulo linfático y contienen los complejos antígeno-anticuerpo durante meses o años, pero no son células presentadoras de antígeno



A. Visión general del sistema linfático



B. Regiones corporales drenadas por el conducto torácico y el conducto linfático derecho



C. Estructura del nódulo linfático

6 Inmunidad innata

Cuando se detecta un microorganismo extraño, una célula infectada por virus o una célula cancerosa en el cuerpo, el sistema linfático monta lo que se denomina una **respuesta inmunitaria.** Los patógenos detectados se distinguen de las propias células normales del cuerpo, y luego se inicia una respuesta para neutralizar el patógeno. El cuerpo humano ha desarrollado tres respuestas principales para protegerse contra los invasores extraños:

- **Barreras no específicas:** una primera línea de defensa compuesta por **barreras físicas** a la invasión que incluyen la piel y las mucosas que recubren el exterior del cuerpo (piel) o tapizan sus sistemas respiratorio, digestivo, urinario y reproductor (barreras adicionales: mucosas y sus secreciones, que pueden incluir enzimas y secreciones ácidas; mecanismos de descarga, como la secreción lagrimal o la evacuación de la orina; mucosidad pegajosa para secuestrar patógenos, y la tos y el estornudo físicos para expulsar patógenos e irritantes)
- **Inmunidad innata:** una segunda línea de defensa si la barrera no específica es violada; compuesta por una variedad de células, secreciones antimicrobianas, inflamación y fiebre
- **Inmunidad adaptativa:** una tercera línea de defensa caracterizada por el **reconocimiento específico del patógeno,** la memoria inmunológica, la amplificación de la respuesta inmunitaria y la respuesta rápida frente a patógenos que reinvaden

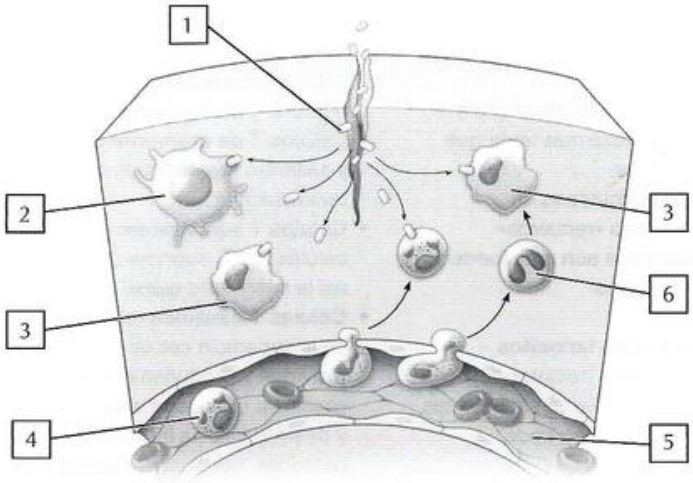
El sello distintivo de la inmunidad innata es la **inflamación,** una respuesta relativamente inespecífica con síntomas de enrojecimiento, calor, hinchazón y dolor. Los elementos clave de la inflamación incluyen:

- **Lesión de los tejidos:** las barreras físicas no específicas son traspasadas por un patógeno
- **Leucocitosis:** aumento significativo de leucocitos en el torrente sanguíneo, principalmente neutrófilos, que fluyen hacia y migran desde los vasos (diapédesis) en la zona de inflamación
- **Liberación de mediadores químicos de la inflamación:** histamina (mastocitos y basófilos), cininas (neutrófilos y otras fuentes), prostaglandinas (neutrófilos y otras células), citoquinas (leucocitos, fibroblastos, células endoteliales, linfocitos) y complemento (normalmente inactivo, proteínas plasmáticas circulantes, el componente humoral de la respuesta inmunitaria innata) son liberados por diversas células que causan vasodilatación, aumento de la permeabilidad capilar y quimiotaxis
- **Fagocitosis:** patógenos, células muertas y restos celulares son fagocitados, formando generalmente pus en la zona de la lesión
- **Curación:** la zona está limitada, se pueden formar coágulos y los restos celulares se eliminan cuando comienza el proceso de curación

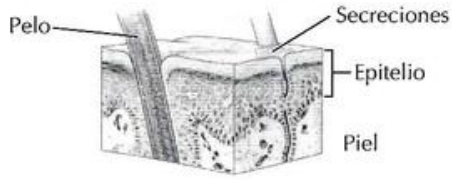
La inflamación asociada con la respuesta inmunitaria innata está **determinada genéticamente** y no implica la exposición previa a antígenos, pero implica tanto a células como a diversos mediadores químicos de la inflamación. Por otra parte, parece que la respuesta innata activa los elementos de la respuesta inmunitaria adaptativa.

COLOREA los siguientes elementos de la respuesta inmunitaria innata que conducen a la inflamación, usando los colores sugeridos para cada elemento:

- ☐ **1. Patógenos (amarillo)**
- ☐ **2. Células dendríticas y sus citoquinas y mediadores inflamatorios (verde)**
- ☐ **3. Macrófagos (azul)**
- ☐ **4. Neutrófilos (lila)**
- ☐ **5. Vaso sanguíneo (rojo)**
- ☐ **6. Monocitos (azul claro)**

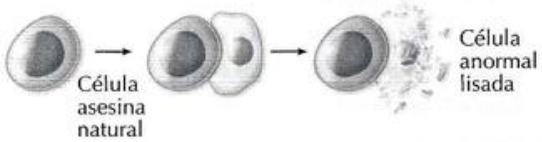


Barreras físicas

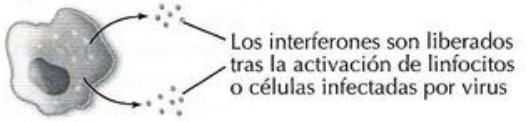


Fagocitos

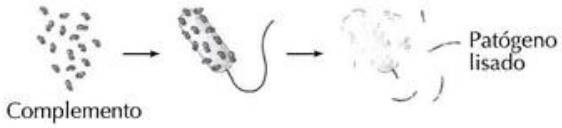
Vigilancia inmunológica
Células asesinas: destruyen células anormales



Interferones
Protegen a las células aumentando su resistencia a la enfermedad



Sistema del complemento
Células lisadas: estimulan la respuesta inflamatoria



Respuesta inflamatoria

- Aumento del flujo sanguíneo
- Activa fagocitos
- Aumento de la permeabilidad capilar
- Activa el sistema del complemento
- La región infectada es secuestrada por coágulo
- Fiebre
- Defensas sistémicas activadas

Fiebre
Reduce patógenos, facilita la reparación de los tejidos, activa defensas

La temperatura corporal se eleva por encima de los 37 °C en respuesta a los pirógenos

6 Inmunidad adaptativa

La respuesta inmunitaria adaptativa es una respuesta específica que se caracteriza por las siguientes características:

- **Especificidad:** una respuesta que está dirigida hacia un patógeno específico
- **Formas pasiva o activa:** la inmunidad que se puede transmitir de otra persona a través de anticuerpos (pasiva) o producida por anticuerpos que se desarrollan en respuesta a antígenos (activa)
- **Sistémica:** una respuesta que no está limitada simplemente a la zona de la inflamación; es una respuesta más lenta que la respuesta innata, pero dura mucho más
- **Memoria:** una vez que se desarrollan anticuerpos en respuesta a un antígeno extraño, el cuerpo «recuerda» la respuesta y puede montar una respuesta aún más fuerte en la segunda exposición al mismo antígeno

Las células de la respuesta adaptativa son los **linfocitos** (células B y T), derivados de las células madre hematopoyéticas pluripotentes de la médula ósea. Las células B están implicadas en la **respuesta humoral (ataque químico),** que puede resumirse de la siguiente manera:

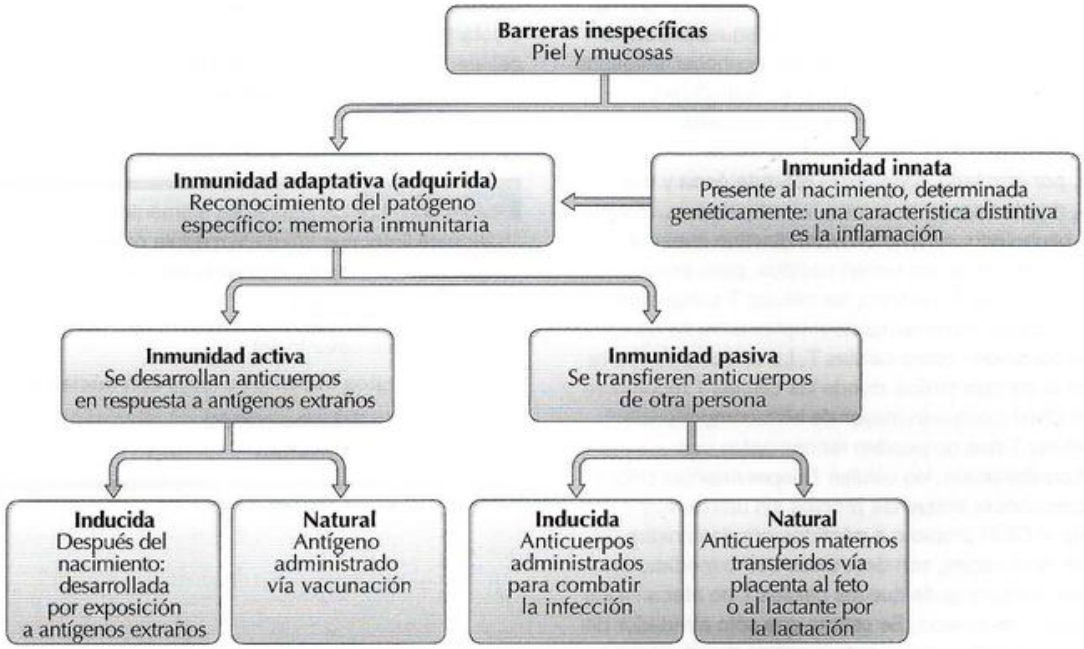
- La célula B reconoce un patógeno mediante la unión de sus anticuerpos de superficie a un antígeno extraño y se sensibiliza
- A continuación, las células B se activan cuando una célula T cooperadora inactiva reconoce los mismos antígenos, se une a la célula B y secreta linfocinas que incitan a las células B activadas a dividirse
- La división de la célula B produce millones de células B, que luego se convierten en células plasmáticas que secretan anticuerpos (inmunoglobulinas) contra el antígeno en la sangre circulante y la linfa
- Estos anticuerpos circulantes se unen a los antígenos específicos de los patógenos y los marcan para su destrucción por fagocitos; los anticuerpos también pueden unirse directamente a toxinas bacterianas o a receptores utilizados por bacterias y virus para neutralizar directamente al invasor
- La división de la célula B también produce células B de memoria que permanecerán en reserva hasta que el cuerpo vuelva a exponerse al mismo antígeno extraño

Las células T son de varios tipos y están implicadas en **respuestas mediadas por células:**

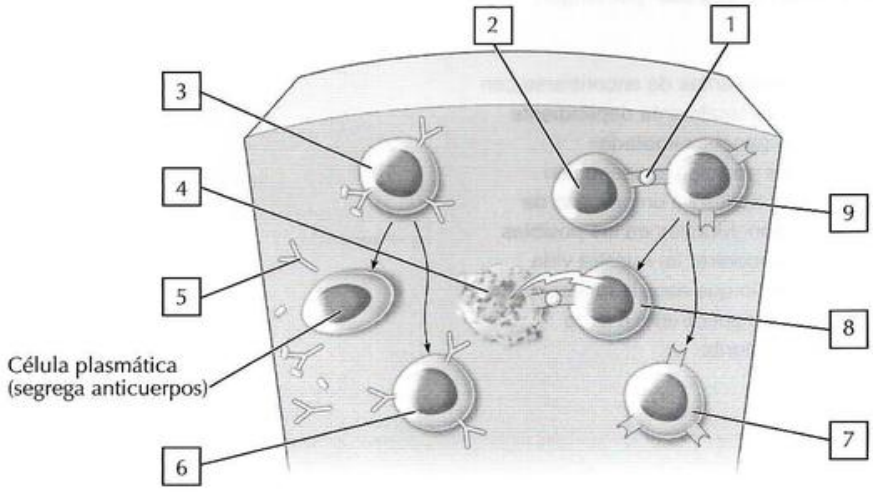
- **Células T cooperadoras:** aunque no implicadas directamente en la eliminación de patógenos o células infectadas, estas células T controlan la respuesta inmunitaria dirigiendo las actividades de otras células del sistema inmunitario; reconocen antígenos presentados por las células B, las activan y secretan citoquinas que promueven inmunidad humoral y mediada por células
- **Células T de memoria:** derivadas de células T cooperadoras y asesinas (citotóxicas), se mantienen en reserva en caso de reinfección
- **Células T supresoras:** activadas más tarde que otras células B y T, suprimen la respuesta inmunitaria, limitando así la intensidad global de cualquier respuesta única
- **Células T asesinas (citotóxicas):** responden al antígeno en la superficie celular (distintas de las células B), se activan y dividen y producen células T de memoria y células T asesinas, que luego viajan a través del cuerpo para encontrar y destruir células infectadas por virus, células cancerosas, bacterias, hongos, protozoos y células extrañas (p. ej., de los trasplantes de tejidos)

COLOREA las siguientes células implicadas en la respuesta inmunitaria adaptativa, utilizando los colores recomendados para cada tipo de célula:

- ☐ **1. Antígeno (amarillo)**
- ☐ **2. Célula infectada mostrando el antígeno (marrón)**
- ☐ **3. Célula B (azul)**
- ☐ **4. Célula infectada muriendo (gris/negro)**
- ☐ **5. Anticuerpos (rojo)**
- ☐ **6. Célula B de memoria (azul claro)**
- ☐ **7. Célula T de memoria (verde claro)**
- ☐ **8. Célula T asesina (naranja)**
- ☐ **9. Célula T activada (verde)**



A. Diferentes tipos de inmunidad



B. Sistema inmunitario adaptativo

6 Timo y médula ósea

Los linfocitos derivan de **células madre hematopoyéticas pluripotentes** de la médula ósea, pero en esa etapa todas son células inmaduras, ni células B ni células T. Esta distinción se produce como parte del proceso de maduración de linfocitos; las células B, denominadas así por el nombre de la médula ósea (*bone marrow* en inglés), maduran en la médula ósea roja y se convierten en inmunocompetentes (pueden reconocer un antígeno específico) y autotolerantes (pueden reconocer antígenos propios del organismo como «propios» y no «extraños»). Poco se sabe acerca de los detalles de este proceso.

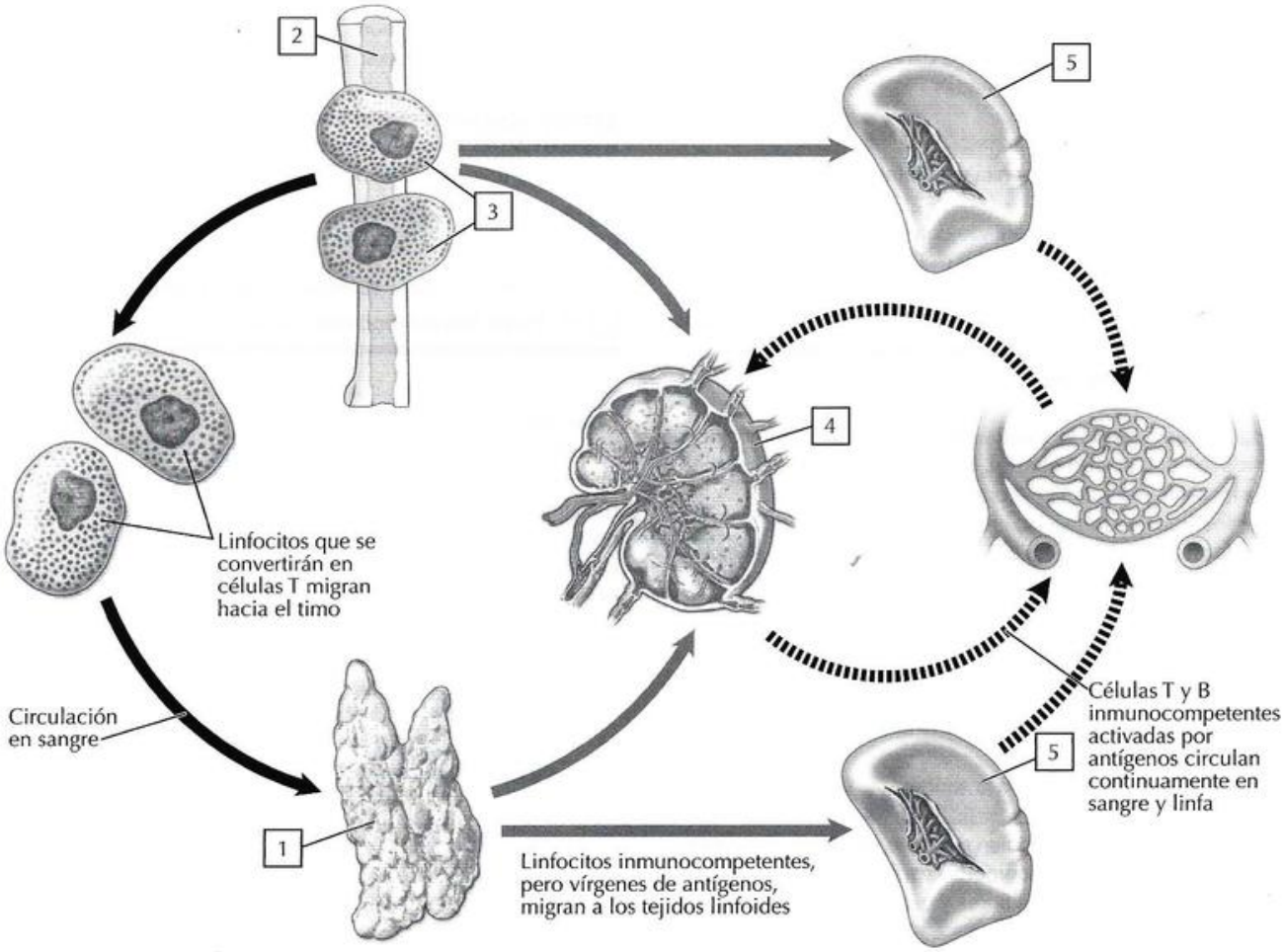
Las células T, por otro lado, salen de la **médula ósea** y viajan hacia el **timo,** donde adquieren la inmunocompetencia. El timo es un órgano bilobulado, situado en el mediastino superior, que es bastante grande en los recién nacidos, pero involuciona después de la pubertad. En el timo, las células T sufren una división celular rápida, incrementando ampliamente su número antes de su «educación» como células T. La selección positiva se produce en la corteza tímica, donde las células T reconocen moléculas del CMH (complejo mayor de histocompatibilidad) propio; las células T que no pueden reconocerlas son destruidas. A continuación, las células T supervivientes deben «aprender» a reconocer antígenos propios sin unirse muy vigorosamente al CMH propio o a péptidos propios unidos al CMH propio; si lo hacen, son destruidas como medida de seguridad para asegurarse de que las células T no atacan a los antígenos propios del cuerpo. Se estima que sólo alrededor del 2% de las células T sobreviven a este proceso de educación. Mientras que las células T se someten a su educación, son secuestradas de antígenos circulantes por la **barrera hematotímica,** por lo que no serán «distraídas» por ningún antígeno circulante.

Los linfocitos son inmunocompetentes antes de encontrarse con antígenos extraños y este proceso es totalmente dependiente de los genes; nuestra composición genética «dotada» para el reconocimiento de todos los posibles antígenos en nuestro entorno ha sido adquirida a través de un proceso de selección natural durante la evolución. Muchos de los posibles antígenos extraños que podamos encontrar en nuestra vida nunca invadirán nuestro cuerpo, por lo que esos linfocitos seleccionados específicamente para hacer frente a esos antígenos se encuentran en estado latente.

A pesar del hecho de que las células T y B son inmunocompetentes y han sobrevivido al riguroso proceso «de eliminación», no serán maduras hasta que hayan viajado hasta el bazo, los nódulos linfáticos u otros tejidos linfoides secundarios y hayan encontrado sus antígenos específicos, momento en el que se convierten en antígeno activadas y están listas para iniciar una respuesta. La mayoría de las células T se convierten en células T cooperadoras y asesinas una vez que alcanzan los tejidos linfoides secundarios; del 60% al 80% de todos los linfocitos circulantes son células T.

COLOREA los siguientes elementos relacionados con el tráfico de linfocitos desde la médula ósea al timo y los órganos linfoides secundarios, utilizando los colores sugeridos:

- ☐ **1. Timo (amarillo)**
- ☐ **2. Médula ósea (rojo)**
- ☐ **3. Linfocitos inmaduros (azul con núcleo de color rosa)**
- ☐ **4. Nódulo linfático (verde)**
- ☐ **5. Bazo (rojo oscuro)**


2
3
5
4
Linfocitos que se convertirán en células T migran hacia el timo
Circulación en sangre
1
Linfocitos inmunocompetentes, pero vírgenes de antígenos, migran a los tejidos linfoides
Células T y B inmunocompetentes activadas por antígenos circulan continuamente en sangre y linfa
5
Presuntos linfocitos T migran hacia el timo y se vuelven inmunocompetentes. Las células B permanecen en la médula ósea y desarrollan inmunocompetencia.
Linfocitos inmunocompetentes vírgenes de antígenos «siembran» otros tejidos linfoides, donde se encuentran con antígenos.
Linfocitos inmunocompetentes maduros (activados) circulan continuamente en la sangre y pasan a través de los tejidos linfoides corporales.

6 Bazo

El bazo es un poco más grande que un puño cerrado y se sitúa en el cuadrante superior izquierdo del abdomen, escondido posterolateralmente al estómago bajo la protección de la parte inferior izquierda de la caja torácica. De forma simplista, es un nódulo linfático grande (y puede llegar a ser bastante grande durante las infecciones), aunque funcionalmente está mucho más implicado en las funciones siguientes:

- Proliferación de linfocitos (células B y T)
- Vigilancia y respuesta inmunitaria
- Filtración de sangre
- Destrucción de eritrocitos viejos o dañados
- Destrucción de plaquetas dañadas
- Recicla hierro y globina
- Depósito de sangre
- Producción de eritrocitos en la vida fetal temprana

El bazo es un órgano encapsulado con una amplia infraestructura compuesta por una red trabecular de tejido conectivo, que soporta concentraciones de linfocitos en regiones denominadas **«pulpa blanca».** También hay regiones de sinusoides venosos, ricas en macrófagos y eritrocitos, denominadas **«pulpa roja».**

La pulpa blanca está organizada como un agregado de linfocitos que rodean una **arteria central,** formando una vaina linfática periarterial (VLPA). Las VLPA presentan la apariencia de nodulillos linfoides formados en gran parte por células B rodeadas por un cúmulo más difuso de células T. Los nodulillos contienen un centro germinal donde proliferan y se activan las células B. Las funciones inmunitarias del bazo incluyen:

- Presentación del antígeno por macrófagos y células dendríticas
- Proliferación y activación de células B y T
- Producción de anticuerpos dirigidos contra antígenos circulantes
- Eliminación de antígenos de la sangre

La pulpa roja está organizada en regiones de **senos (venosos) esplénicos** separados por cordones esplénicos (de Billroth) que consisten en una red de fibras y células reticulares, que incluyen:

- Eritrocitos
- Macrófagos
- Células dendríticas
- Linfocitos
- Células plasmáticas
- Granulocitos

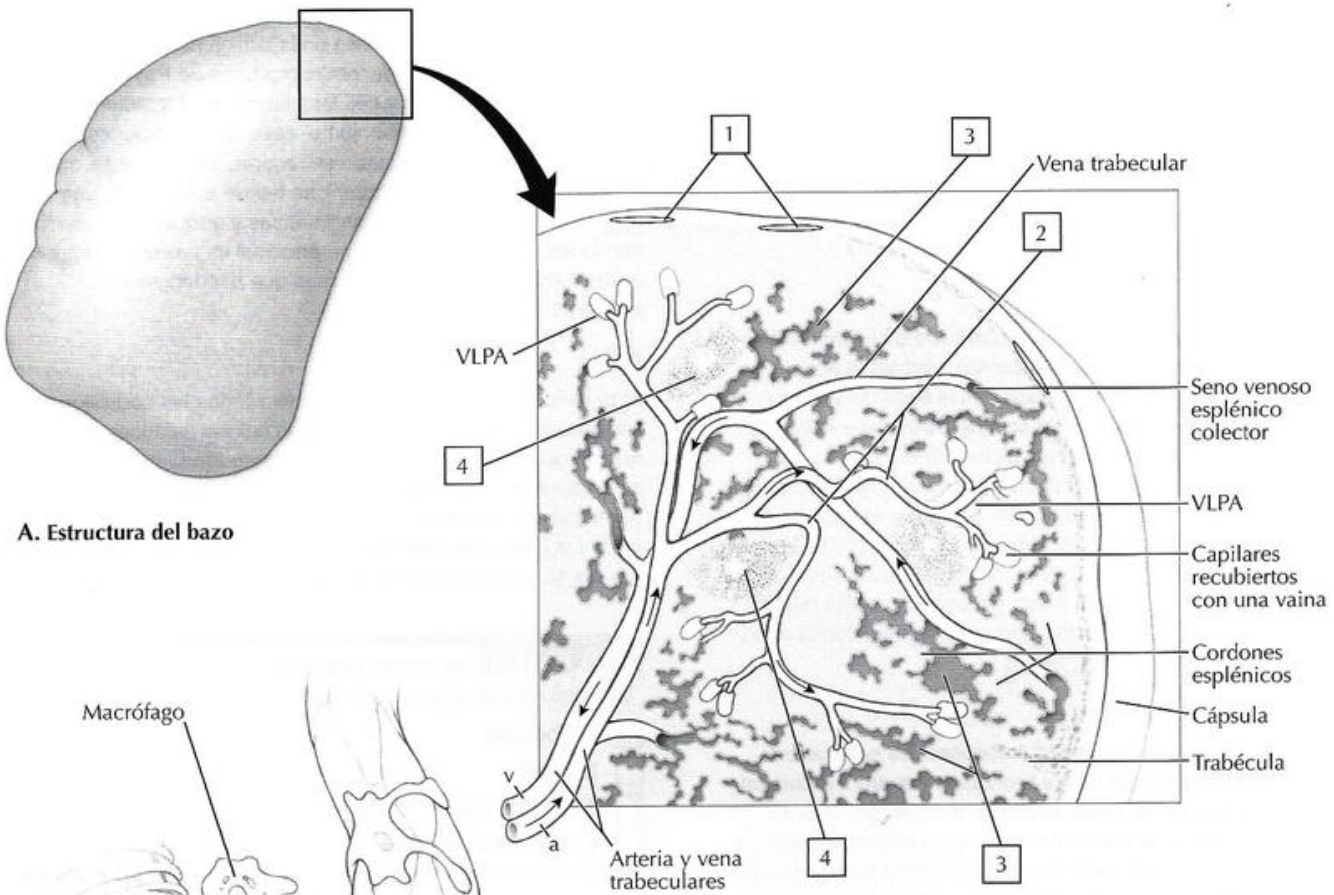
Los macrófagos asociados a los senos esplénicos fagocitan los eritrocitos dañados, degradan la hemoglobina (el hemo se descompone en bilirrubina) y reciclan el hierro (almacenado como ferritina o hemosiderina para su reciclaje). La sangre de la arteria central fluye en la pulpa blanca y los senos esplénicos, con las células sanguíneas filtrándose a través de los cordones esplénicos antes de concentrarse de nuevo en los senos venosos esplénicos colectores. Este modelo «circulatorio abierto» expone los eritrocitos a macrófagos, que eliminan las células viejas o dañadas de la circulación. Así, la función primaria de la pulpa roja es filtrar la sangre.

COLOREA los elementos de la arquitectura esplénica, utilizando un color diferente para cada uno:

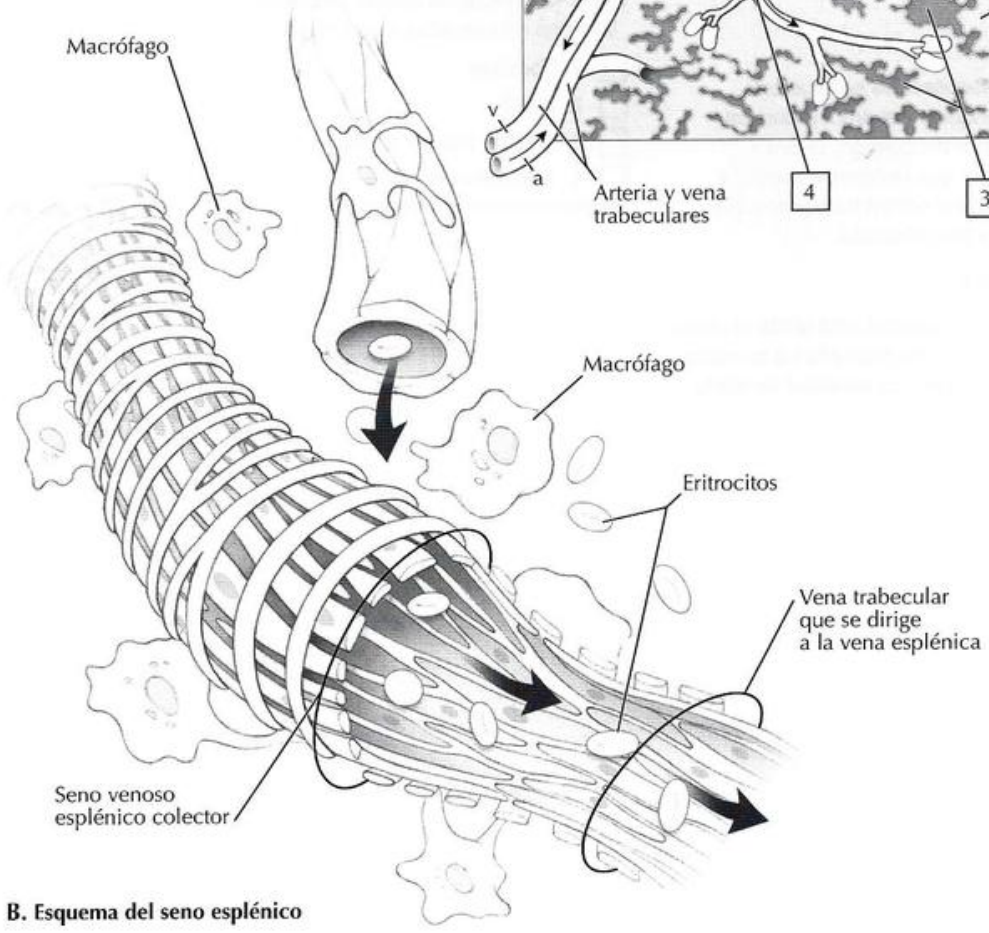
- ☐ **1. Vaso linfático en la cápsula esplénica**
- ☐ **2. Arteria central**
- ☐ **3. Senos venosos esplénicos de la pulpa roja**
- ☐ **4. Pulpa blanca (nodulillo esplénico)**

Nota clínica:

El bazo, a pesar de su posición protegida bajo la parte inferior izquierda de la caja torácica, es el órgano abdominal más frecuentemente lesionado. Un traumatismo en la pared abdominal (accidentes de niños en parques infantiles, accidentes automovilísticos y caídas) puede lacerar o **romper el bazo.** Esto es grave porque la abundante irrigación del bazo significa que si la cápsula y el parénquima del bazo son dañados por un traumatismo puede provocarse una hemorragia intraperitoneal y un posible shock. La extirpación quirúrgica del bazo generalmente no es un problema, porque podemos vivir sin él. Otros tejidos linfáticos y la médula ósea pueden hacerse cargo de las funciones del bazo.



A. Estructura del bazo



B. Esquema del seno esplénico

6 Tonsilas, BALT, GALT y MALT

Además de los nódulos y vasos linfáticos, la médula ósea, el timo y el bazo, existen otros **tejidos linfoides difusos** en el cuerpo que desempeñan un papel regional y sistémico en la función inmunitaria. Estas acumulaciones incluyen:

- Tonsilas (amígdalas)
- Tejido linfoide asociado a los bronquios (BALT)
- Apéndice vermiforme y tejido linfoide asociado al intestino (GALT)
- Tejido linfoide asociado a las mucosas (MALT)

Tonsilas

Las tonsilas (amígdalas) incluyen cúmulos de tejido linfático en la cavidad bucal (tonsilas palatinas, visibles al abrir la boca y decir «ah»), las tonsilas linguales en la base de la lengua, las tonsilas faríngeas (cuando se hipertrofian y se inflaman se denominan adenoides [vegetaciones]) en el techo de la nasofaringe y las tonsilas tubáricas alrededor del orificio de la trompa auditiva (de Eustaquio). En conjunto, estos agregados linfoides forman el **«anillo linfático de Waldeyer».** Desempeñan un papel inmunitario importante, protegiendo las vías nasales y bucal de los patógenos invasores, especialmente durante la infancia. Algunos de estos tejidos se atrofian con la edad y se vuelven menos importantes.

BALT

Las acumulaciones de células linfoepiteliales se localizan difusamente alrededor de los bronquios y el árbol bronquial a medida que pasan hacia el interior del pulmón. El BALT parece similar a las placas de Peyer que revisten el tracto GI y proporciona la respuesta inmunitaria contra patógenos que pueden entrar en las vías aéreas y los pulmones.

Apéndice vermiforme y GALT

El apéndice vermiforme (en forma de gusano) está unido al ciego (primera porción del colon) y contiene una pequeña luz revestida con mucosa y rica en nodulillos linfoides. La cantidad de tejido linfático tiende a disminuir en el anciano.

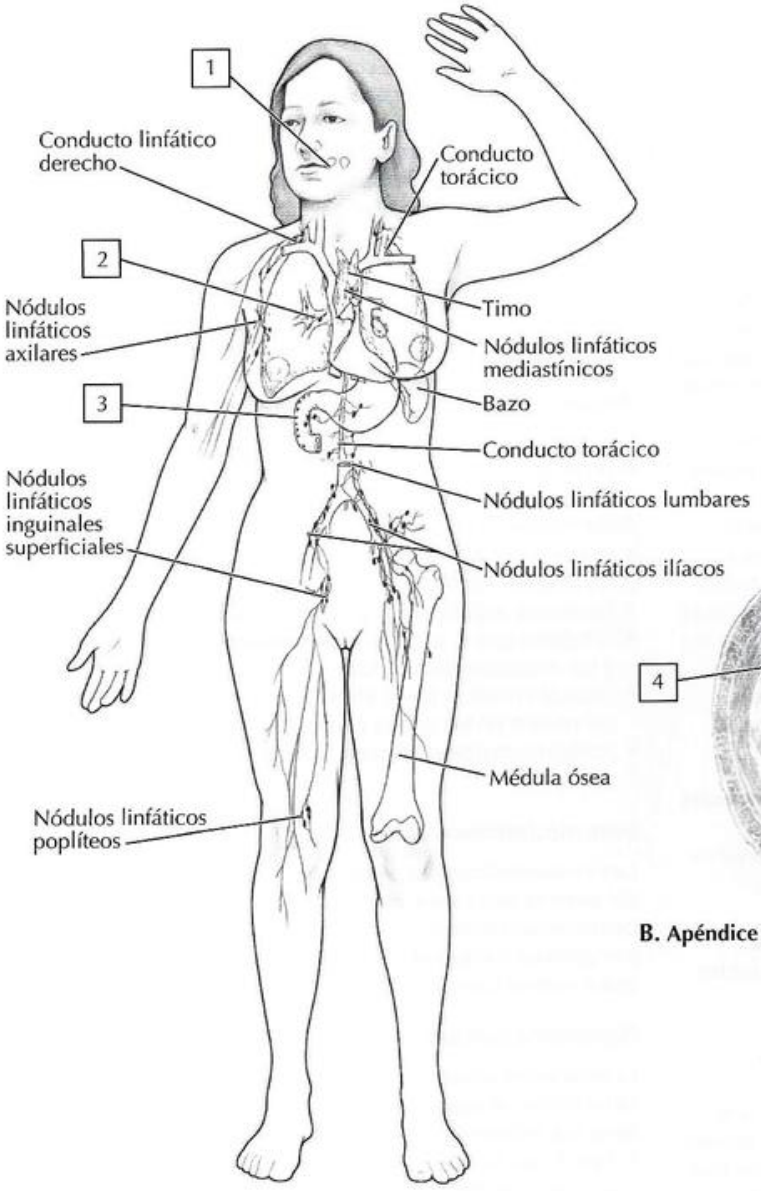
Asimismo, numerosas agregaciones de tejido linfoide que contienen células T y B residen en la lámina propia y la submucosa del íleon; se denominan **placas de Peyer.** El tejido linfoide difuso (linfocitos y células plasmáticas) también reside en la lámina propia y, en conjunto, estas acumulaciones se conocen como GALT. Cuando se recorre, de proximal a distal, el intestino (incluyendo el colon), se tiende a encontrar una mayor acumulación de células linfáticas y nodulillos asociados con la lámina propia; su función principal es proteger contra patógenos y moléculas antigénicas que pueden invadir el cuerpo.

MALT

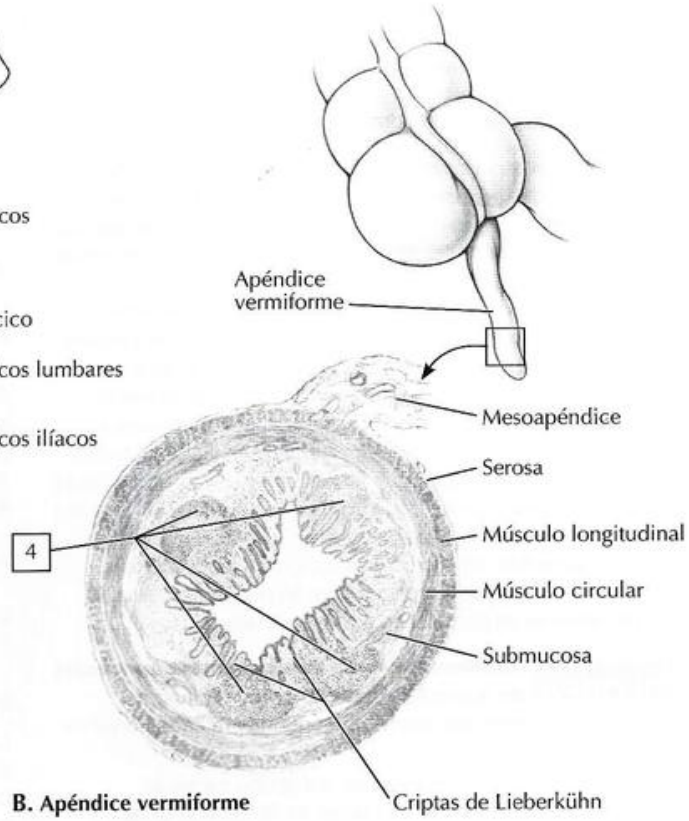
El término MALT se refiere realmente a todos los nodulillos linfoides asociados a la mucosa y las células linfáticas difusas que comprenden el BALT y el GALT, pero también incluye acumulaciones linfoides en otros sistemas de órganos, como el tracto genital femenino. Esencialmente, los tejidos linfáticos de la lámina propia del sistema digestivo, los linfáticos respiratorios y el tracto genitourinario se incluirían como MALT.

COLOREA los tejidos asociados con las acumulaciones linfoides enumeradas a continuación:

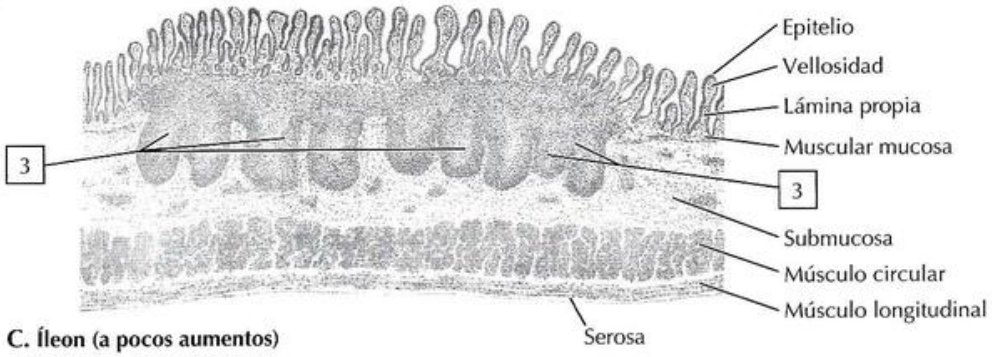
- ☐ **1. Tonsilas**
- ☐ **2. BALT**
- ☐ **3. GALT y placas de Peyer del íleon**
- ☐ **4. Nodulillos linfoides del apéndice vermiforme**



A. Visión general del tejido linfático



B. Apéndice vermiforme



C. Íleon (a pocos aumentos)

6 Aspectos clínicos del sistema linfático

Los sistemas linfático e inmunitario están involucrados en una serie de trastornos clínicos, coincidentes con la importancia de estos sistemas en la lucha contra los patógenos y el cáncer.

Metástasis linfáticas

El cáncer se disemina desde su localización primaria mediante una de las tres vías siguientes:

- Contacto directo con los tejidos adyacentes
- A través del sistema venoso
- A través de los vasos linfáticos

Los linfáticos son especialmente importantes porque las células cancerosas pueden acceder fácilmente al sistema linfático. Una vez en los vasos linfáticos, las células cancerosas se encuentran con los nódulos linfáticos, donde son filtradas de la linfa, siembran el nódulo y pueden crecer, provocando la hipertrofia de los nódulos: los convierten en fijos (inmóviles a la palpación) pero no dolorosos (en oposición a los nódulos inflamados, hipertrofiados no neoplásicos, que son móviles y dolorosos al tacto). Debido al patrón de drenaje linfático predecible, los médicos generalmente pueden prever la diseminación del cáncer desde una serie de nódulos linfáticos al siguiente de la cadena. El primer nódulo linfático principal que está aumentado de tamaño debido a la metástasis se denomina **«nódulo (ganglio) centinela»**. En el ser humano, existen cúmulos de nódulos linfáticos principales e incluyen un conjunto de nódulos palpables cerca de la superficie del cuerpo y un conjunto de nódulos más profundos que no se pueden palpar, pero se pueden visualizar mediante técnicas de diagnóstico por imagen selectivas.

COLOREA las acumulaciones de nódulos linfáticos principales utilizando los colores sugeridos para cada conjunto de nódulos:

- ☐ 1. **Nódulos yugulodigástricos del grupo cervical profundo: se sitúan a lo largo de la vena yugular interna, drenan la cabeza y el cuello, y son palpables cuando se hipertrofian (naranja)**
- ☐ 2. **Nódulos axilares: drenan el miembro superior, el hombro y la región del tórax y son palpables cuando se hipertrofian (rojo)**
- ☐ 3. **Nódulos mediastínicos: agrupaciones en torno a la bifurcación traqueal y el hilio de los pulmones; drenan los pulmones y el tórax, y son nódulos profundos que no se pueden palpar cuando se hipertrofian (lila)**
- ☐ 4. **Nódulos paraaórticos (lumbares): reciben linfa de la cavidad abdominal y la mitad inferior del cuerpo, se agrupan alrededor de la aorta cerca de las arterias renales y no son palpables cuando se hipertrofian; drenan en la cisterna del quilo y el conducto torácico (marrón)**
- ☐ 5. **Nódulos ilíacos: se sitúan a lo largo de los vasos ilíacos, reciben linfa de los miembros inferiores y las vísceras pélvicas, y drenan hacia los nódulos paraaórticos; son profundos y no se pueden palpar cuando se hipertrofian (azul)**
- ☐ 6. **Nódulos inguinales superficiales: drenan el miembro inferior y los genitales externos y son palpables cuando se hipertrofian (amarillo)**

Vacunación (inmunización)

La inmunidad puede inducirse artificialmente a través del proceso de vacunación. Esto se realiza mediante la inyección de un antígeno del patógeno contra el que se quiere inmunizar que estimulará el sistema inmunitario corporal. La mayoría de las vacunas bacterianas están diseñadas para exponer el cuerpo a antígenos derivados de componentes acelulares de la bacteria o una de sus toxinas inofensivas. Estos antígenos con frecuencia producen una respuesta débil en el cuerpo, de manera que con los antígenos se coinyectan **adyuvantes** para activar aún más las células del sistema inmunitario. La mayoría de las vacunas víricas son de virus **vivos atenuados** (virulencia disminuida) que activan una respuesta inmunitaria sin infección.

Autoinmunidad

Cuando el sistema inmunitario no puede distinguir lo propio de lo no propio, se puede desencadenar una reacción inmunitaria contra las células del propio cuerpo. Algunos trastornos autoinmunes incluyen:

- Lupus eritematoso sistémico: afecta en gran parte a la piel, los riñones, los pulmones y el corazón
- Esclerosis múltiple: afecta a la mielinización normal en el SNC
- Miastenia grave: afecta a la comunicación entre los nervios y los músculos esqueléticos
- Diabetes mellitus tipo I: afecta a las células productoras de insulina de los islotes pancreáticos
- Artritis reumatoide: afecta a muchas de las articulaciones del cuerpo

Inmunodeficiencias

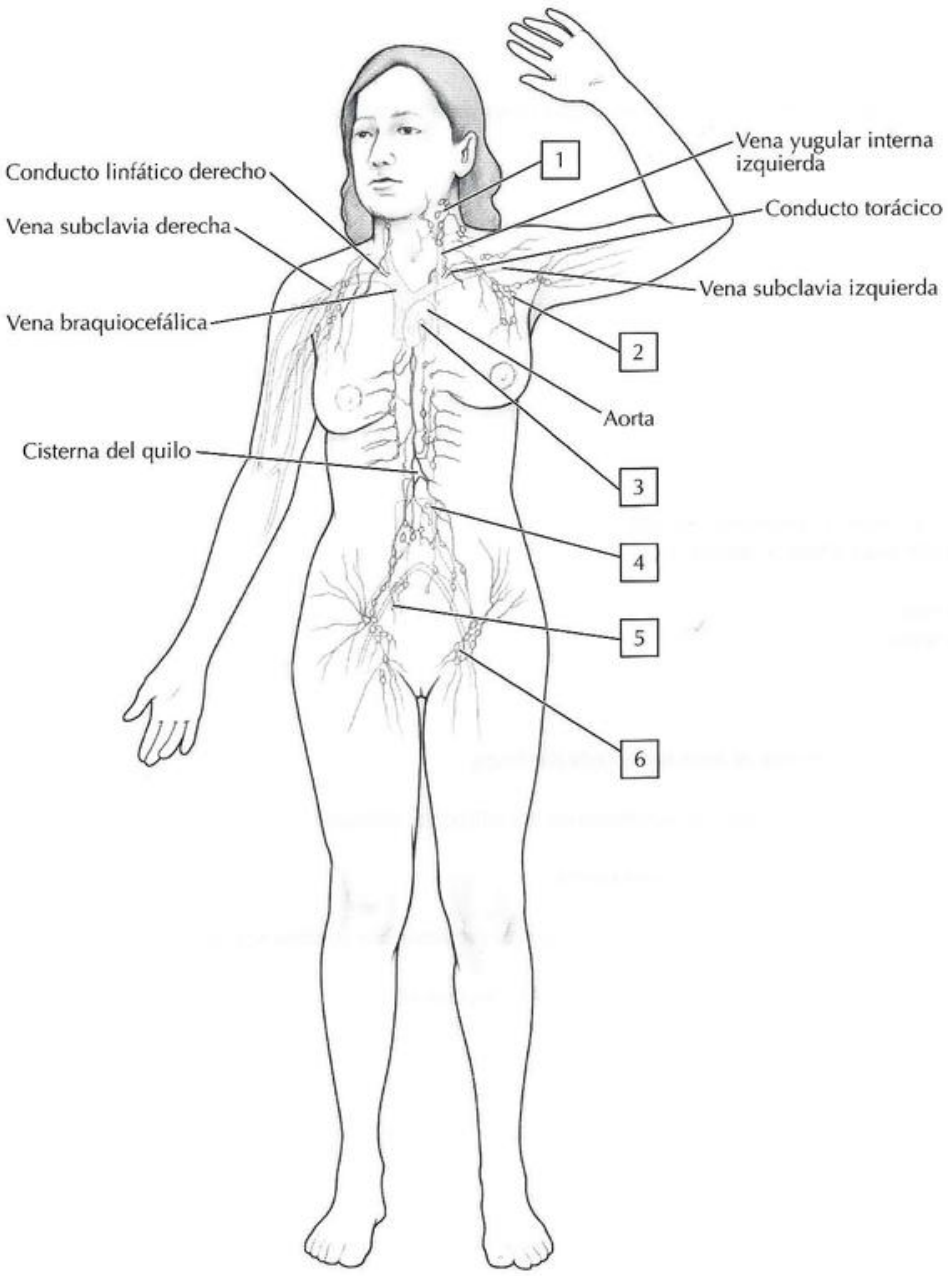
Las inmunodeficiencias se producen cuando los componentes del sistema inmunitario no responden a los patógenos y permanecen inactivos. Las causas más comunes son genéticas (congénitas) o adquiridas (p. ej., VIH), pero también pueden incluir malnutrición, alcoholismo y consumo de drogas ilícitas.

Hipersensibilidad

La hipersensibilidad ocurre cuando el sistema inmunitario corporal lucha contra un agente patógeno de una manera tan agresiva que daña sus propios tejidos. Se reconocen cuatro tipos:

- **Tipo I:** aguda, como una reacción anafiláctica; la alergia es un buen ejemplo
- **Tipo II:** los anticuerpos se unen a antígenos en las células del propio cuerpo (denominada dependiente de anticuerpos o hipersensibilidad citotóxica); un ejemplo es una reacción a la transfusión de sangre con el tipo de sangre equivocado
- **Tipo III:** una abundancia de complejos antígeno-anticuerpo en el cuerpo provoca una reacción inflamatoria, iniciando una fuerte reacción de hipersensibilidad; son ejemplos las infecciones crónicas o las reacciones alérgicas
- **Tipo IV:** reacciones mediadas por células o de hipersensibilidad retardada que generalmente tardan varios días en desarrollarse e incluyen reacciones alérgicas cutáneas (hiedra venenosa y dermatitis de contacto), así como reacciones de protección a las infecciones, las células cancerosas o el rechazo de injertos de tejidos extraños

Grupos de nódulos linfáticos



PREGUNTAS DE REPASO

1. Las células T forman parte de la respuesta inmunitaria adaptativa y provienen de varios tipos diferentes. ¿Qué tipo de célula T responde al antígeno en la superficie celular y puede llegar a activarse, destruir muchas células infectadas con bacterias y virus y se divide para producir otros tipos de células T?
   A. Células T cooperadoras
   B. Células T asesinas
   C. Células T de memoria
   D. Células T supresoras

2. Cuando una célula T deja la médula ósea, ¿a qué órgano viaja para someterse a inmunocompetencia?
   A. Nódulos linfáticos
   B. Bazo
   C. Timo
   D. Tiroides
   E. Tonsila

3. ¿Qué órgano es importante en el reciclaje de hierro y globina?
   A. Colon
   B. Vesícula biliar
   C. Riñón
   D. Bazo
   E. Timo

4. Muchas células del sistema inmunitario son fagocitarias. ¿Qué células inmunitarias son especialmente importantes en la respuesta alérgica? (Pista: v. lámina 5-1.)
   A. Eosinófilos
   B. Macrófagos fijos
   C. Macrófagos libres
   D. Monocitos
   E. Neutrófilos

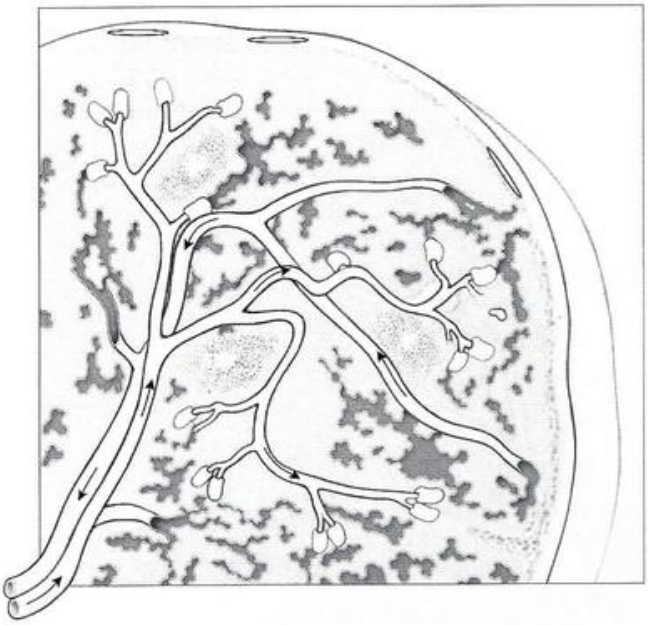
Para cada descripción (5-8), colorea el área apropiada del bazo

5. Esta región esplénica es importante en la fagocitosis de los eritrocitos dañados.

6. Esta región se organiza alrededor de una arteria central.

7. Esta estructura del bazo es delgada y frágil y su lesión puede provocar una pérdida significativa de sangre.

8. Ésta es la localización de la pulpa roja esplénica y los senos esplénicos.

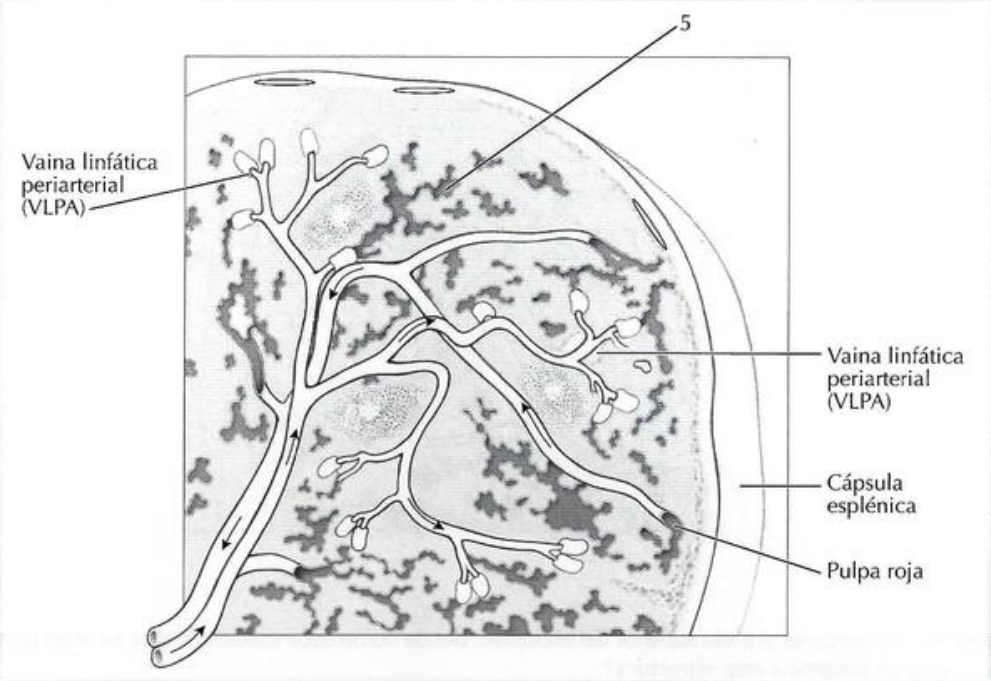


9. El conducto torácico comienza en la parte superior del abdomen, donde numerosos vasos linfáticos se unen para formar el inicio del conducto. ¿Cómo se denomina esta estructura? _____

10. ¿Dónde termina el conducto torácico? _____

RESPUESTAS

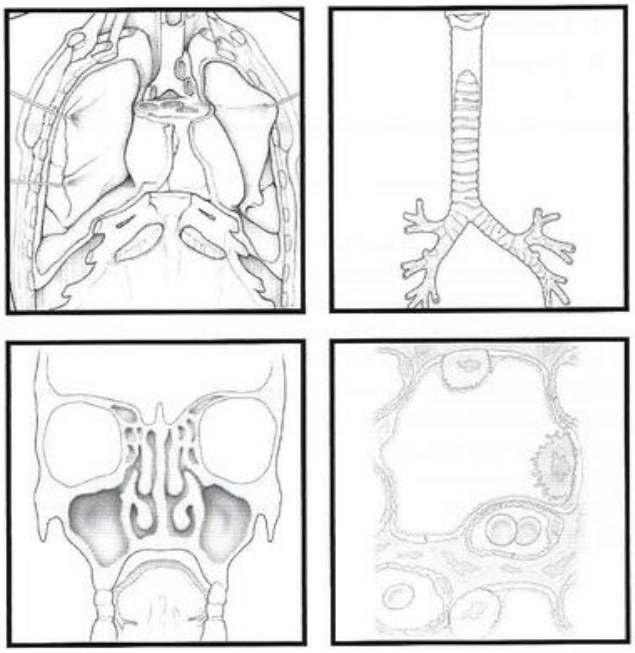
1. B
2. C
3. D
4. A
5. Pulpa roja
6. Vaina linfática periarterial (VLPA)
7. Cápsula esplénica que rodea todo el bazo
8. Pulpa roja esplénica



9. Cisterna del quilo

10. En el sistema venoso, en la unión de las venas subclavia izquierda y yugular interna izquierda

Capítulo 7 **Sistema respiratorio**



© 2015. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

7 Visión general

El sistema respiratorio provee al cuerpo de oxígeno para sus necesidades metabólicas y elimina dióxido de carbono. Estructuralmente, el sistema respiratorio incluye:

- Nariz y senos paranasales
- Faringe y sus subdivisiones, nasofaringe, orofaringe y laringofaringe
- Laringe
- Tráquea
- Bronquios, bronquiolos, conductos y sacos alveolares y alvéolos
- Pulmones

Funcionalmente, el sistema respiratorio realiza cinco funciones básicas:

- Filtra y humidifica el aire y mueve el aire hacia el interior y el exterior de los pulmones
- Proporciona una gran superficie para el intercambio gaseoso con la sangre
- Ayuda a regular el pH de los líquidos corporales
- Participa en la vocalización
- Ayuda al sistema olfatorio con la detección de olores

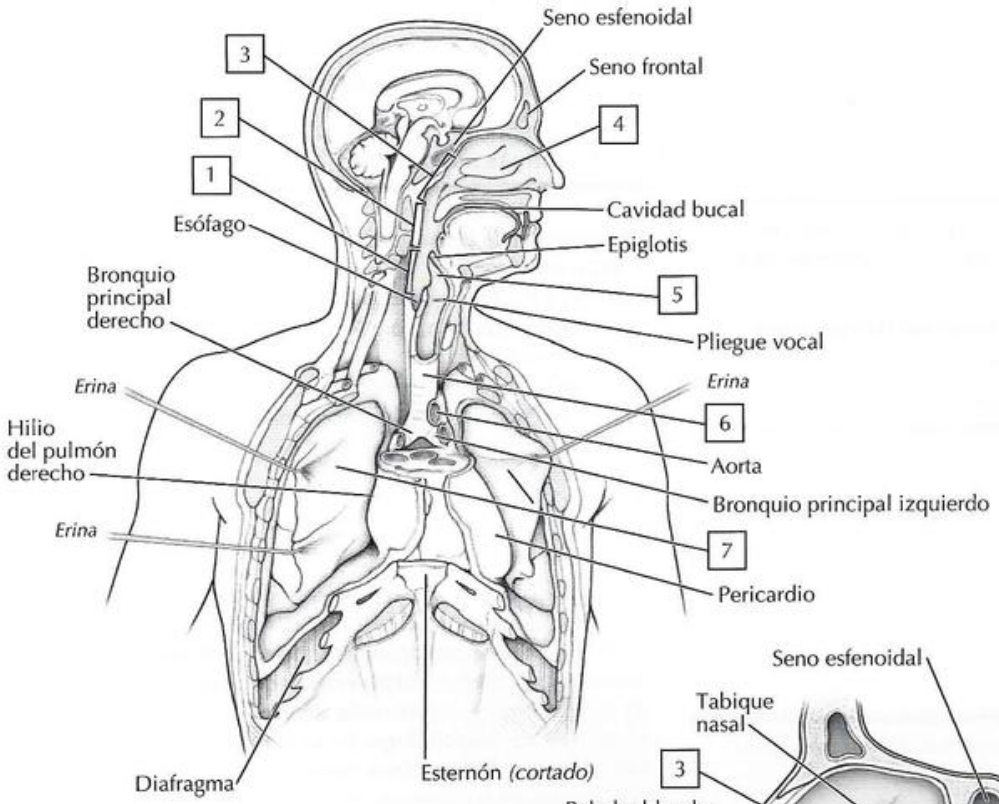
Histológicamente, el epitelio respiratorio es en gran parte un epitelio cilíndrico seudoestratificado ciliado con algunas excepciones (los pliegues vocales y la epiglotis tienen un epitelio escamoso estratificado, y la transición a los bronquiolos pequeños se realiza a partir del epitelio respiratorio a un epitelio cúbico simple). Los alvéolos están revestidos con células escamosas delgadas **(neumocitos tipo I)** y células cúbicas simples (**neumocitos tipo II** que secretan surfactante).

El revestimiento epitelial de las vías respiratorias es importante en el calentamiento, humidificación y filtración del aire antes de que alcance los sensibles alvéolos pulmonares. Una rica red vascular ayuda a calentar el aire, mientras que el epitelio ciliado, con la presencia de células mucosas (células caliciformes), ayuda a humedecer el aire y captura las partículas que a continuación «barre» hacia fuera mediante los cilios, para ser ingeridas o expectoradas.

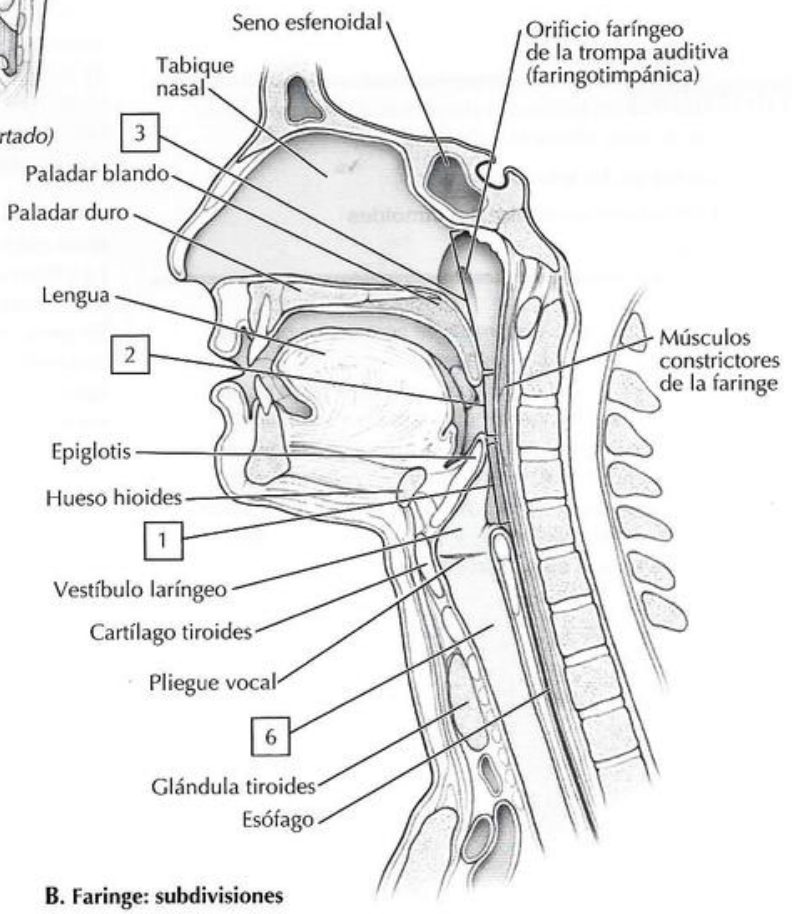
COLOREA los siguientes componentes del sistema respiratorio, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Laringofaringe**
- ☐ **2. Orofaringe**
- ☐ **3. Nasofaringe**
- ☐ **4. Cavidad nasal**
- ☐ **5. Laringe**
- ☐ **6. Tráquea**
- ☐ **7. Pulmones**

Nota clínica:
El **asma** puede ser intrínseca (sin desencadenante ambiental claramente definido) o extrínseca (con un desencadenante definido). El asma generalmente resulta de una reacción de hipersensibilidad a un alérgeno (polvo, polen, moho), que conduce a irritación de las vías respiratorias, contracción del músculo liso (estrechamiento de las vías), hinchazón (edema) del epitelio y aumento de la producción de moco. Los síntomas que aparecen con frecuencia son sibilancias, disnea, tos, taquicardia y sensación de opresión en el tórax. El asma es una inflamación patológica de las vías respiratorias y se presenta tanto en niños como en adultos.



A. Organización del sistema respiratorio



B. Faringe: subdivisiones

7 Cavidades nasales y nasofaringe

La nariz se compone principalmente de cartílagos, excepto en el «puente» de la nariz, donde residen los huesos nasales. Anteriormente, el aire entra o sale de la nariz a través de las narinas, que se abren en cada vestíbulo nasal, mientras que posteriormente las cavidades nasales se comunican con la nasofaringe a través de las dos aberturas denominadas **coanas.**

COLOREA los siguientes cartílagos que contribuyen a la estructura de la nariz, utilizando un color diferente para cada cartílago:

- ☐ **1. Apófisis laterales del cartílago del tabique nasal**
- ☐ **2. Cartílagos alares mayores**
- ☐ **3. Cartílago del tabique nasal**

Las cavidades nasales están separadas de la cavidad craneal por partes de los huesos frontal, etmoides y esfenoides, y de la cavidad bucal inferiormente por el **paladar duro.** Un tabique nasal, por lo general ligeramente desviado hacia un lado u otro, separa las cavidades nasales derecha e izquierda. El tercio anterior del tabique nasal es cartilaginoso y los dos tercios posteriores, óseos.

COLOREA los siguientes elementos del tabique nasal, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **3. Cartílago del tabique nasal**
- ☐ **4. Lámina perpendicular del etmoides**
- ☐ **5. Vómer**

La pared lateral de la cavidad nasal se caracteriza por tres cornetes nasales en forma de salientes o conchas, que sobresalen en la cavidad y, junto con su cubierta de epitelio respiratorio nasal, aumentan ampliamente la superficie de calentamiento, humidificación y filtración del aire. El espacio debajo de cada cornete nasal se denomina **meato nasal.** En la parte más superior de la cavidad nasal reside la región olfatoria, con su epitelio olfatorio y las células sensoriales especializadas para la detección de olores.

COLOREA los siguientes elementos de la pared lateral de la cavidad nasal, utilizando un color diferente para cada uno:

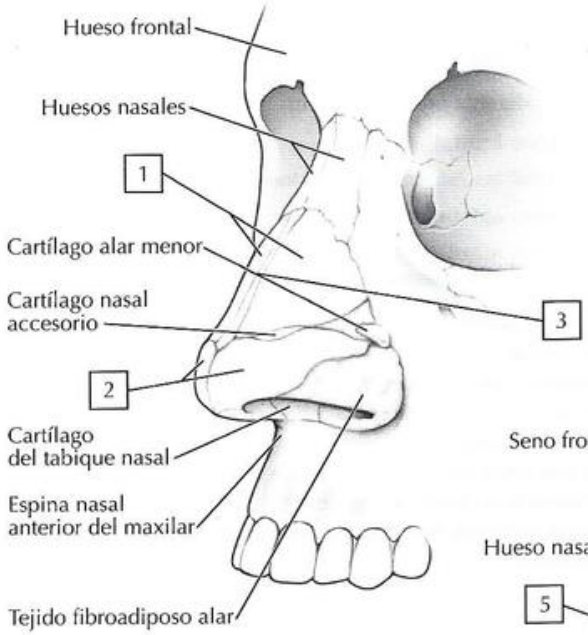
- ☐ **6. Cornete nasal superior**
- ☐ **7. Cornete nasal medio**
- ☐ **8. Cornete nasal inferior**

La inervación de las cavidades nasales incluye:

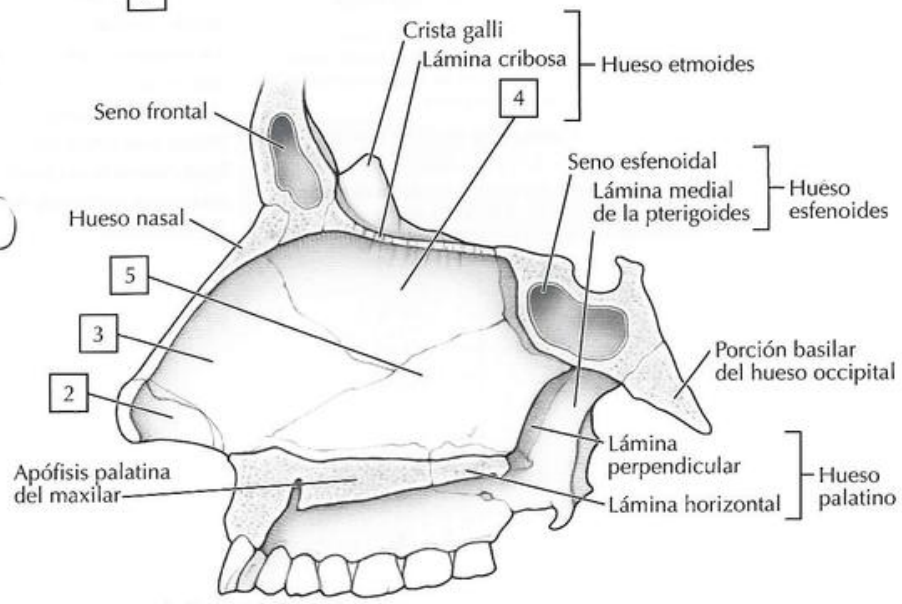
- **NC I:** olfato (olor)
- **NC V_1 y V_2:** sensibilidad a través de la división maxilar del nervio trigémino, con excepción de la parte anterior de la nariz (V_1)
- **NC VII:** fibras parasimpáticas secretomotoras discurren desde el nervio facial al ganglio pterigopalatino, ahí hacen sinapsis y luego discurren con ramos del NC V_2 para inervar las glándulas mucosas nasales
- Fibras simpáticas posganglionares desde el ganglio cervical superior a los vasos sanguíneos

La irrigación de la cavidad nasal se realiza en su mayor parte por ramas de las arterias maxilar y facial, con algunas contribuciones de las ramas etmoidales de la arteria oftálmica. Posteriormente, las cavidades nasales se comunican a través de las coanas con la parte más superior de la faringe, la denominada **nasofaringe.** En su pared lateral, es visible el orificio de la trompa auditiva (faringotimpánica, de Eustaquio), que representa un conducto directo a la cavidad del oído medio.

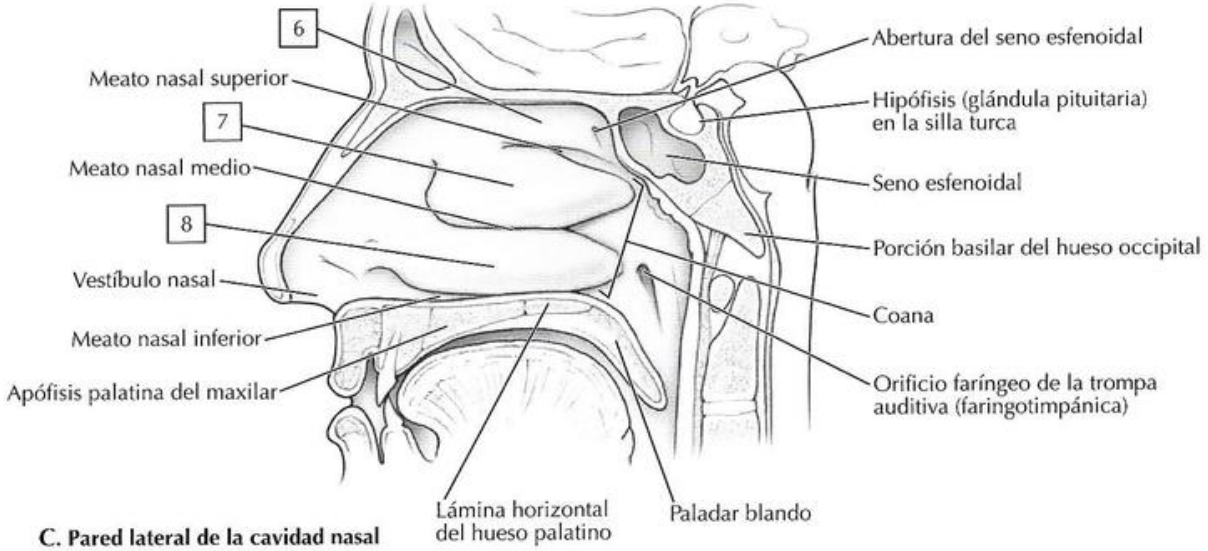
Nota clínica:
La **otitis media aguda,** una inflamación del oído medio, es un trastorno frecuente en los niños menores de 15 años. En parte, este trastorno es frecuente debido a la naturaleza horizontal de la trompa auditiva en los niños (la trompa es ligeramente más vertical en adultos) y el hecho de que el drenaje normal hacia la nasofaringe por gravedad se ve comprometido. Las infecciones pueden ser bacterianas o víricas.



A. Visión anterolateral



B. Pared medial de la cavidad nasal



C. Pared lateral de la cavidad nasal

7 Senos paranasales

Hay cuatro pares de senos paranasales, que son cavidades abiertas dentro de varios de los huesos que rodean la nariz y las órbitas. Están revestidos con epitelio respiratorio, ayudan en el calentamiento y humidificación del aire inspirado y drenan las secreciones de moco en las cavidades nasales. Al estornudar y sonarse la nariz se limpian las cavidades nasales y los senos del exceso de secreciones. Los senos paranasales y sus características se resumen en la siguiente tabla.

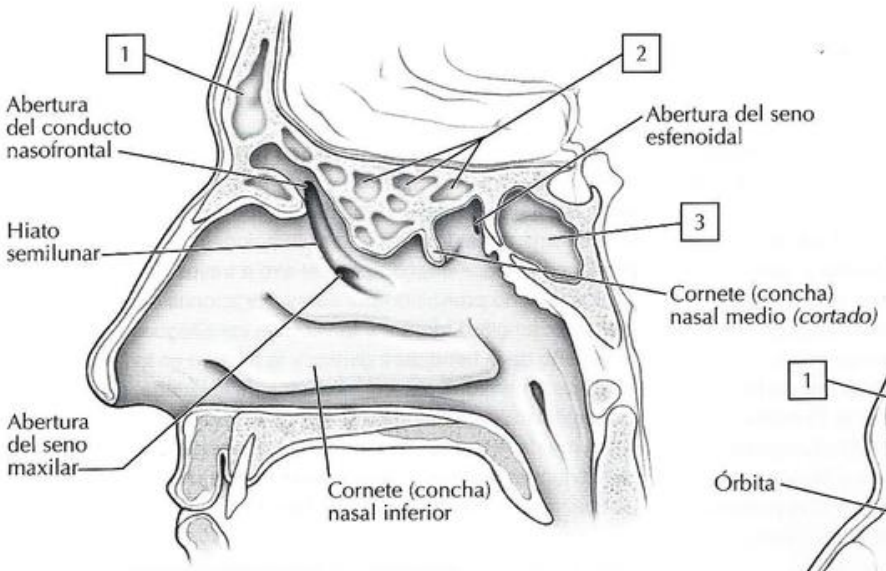
SENO PARANASAL	DESCRIPCIÓN
Frontal	Seno par, situado en la parte anterior del hueso frontal; drena en el hiato semilunar del meato nasal medio
Celdillas etmoidales	Senos pares anterior, medio y posterior en el hueso etmoides; el anterior y el medio drenan en el meato nasal medio (hiato semilunar y bulla etmoidal, respectivamente), y el posterior, en el meato nasal superior
Esfenoidal	Seno par, en el hueso esfenoides; drena en el receso esfenoetmoidal
Maxilar	Seno par, en el maxilar; drena en el meato nasal medio (hiato semilunar); es el más grande (20-30 ml)

La mucosa de los senos paranasales está inervada por ramos sensitivos del NC V (divisiones oftálmica y maxilar).

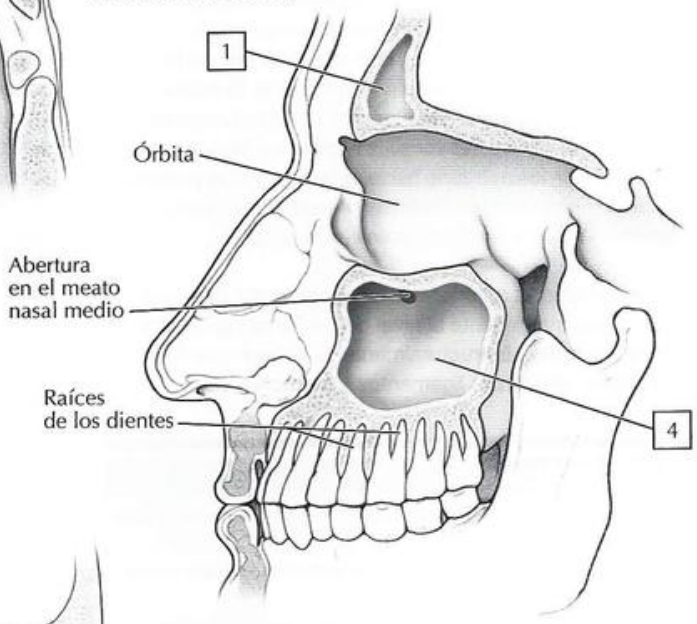
COLOREA los siguientes senos paranasales, utilizando un color diferente para cada seno:

- ☐ **1. Seno frontal**
- ☐ **2. Celdillas (senos) etmoidales**
- ☐ **3. Seno esfenoidal**
- ☐ **4. Seno maxilar**

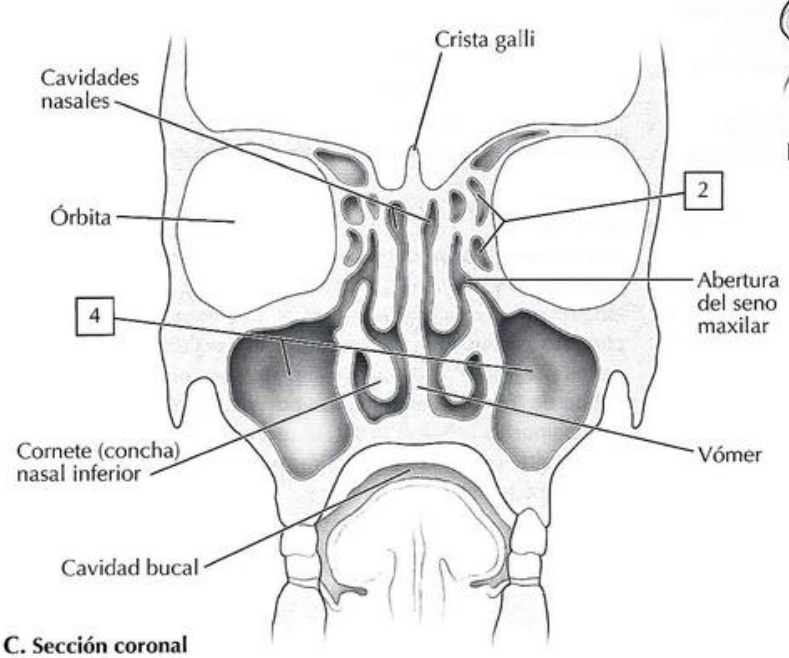
Nota clínica:
La **rinosinusitis** es una inflamación de los senos paranasales, con mayor frecuencia de las celdillas etmoidales, el seno maxilar y la cavidad nasal. Por lo general, este cuadro comienza como una infección vírica seguida de una infección bacteriana secundaria que obstruye la descarga de las secreciones mucosas normales del seno y compromete la esterilidad de los senos.



A. Sección sagital



B. Disección lateral



C. Sección coronal

7 Orofaringe, laringofaringe y laringe

La faringe (garganta) se subdivide en tres regiones:
- **Nasofaringe:** se encuentra posterior a las cavidades nasales y por encima del paladar blando (ya comentado)
- **Orofaringe:** se extiende desde el paladar blando a la punta superior de la epiglotis y se encuentra posterior a la cavidad bucal
- **Laringofaringe:** se extiende desde la punta de la epiglotis a la cara inferior del cartílago cricoides (a menudo denominada por los médicos como «hipofaringe»), situada posterior a la laringe

La orofaringe y la laringofaringe proporcionan una vía de paso para el aire y los alimentos (sólidos y líquidos) y son esencialmente tubos fibromusculares tapizados con epitelio escamoso estratificado para proteger el revestimiento de la abrasión. Las paredes musculares de la faringe están formadas mayoritariamente por los tres constrictores de la faringe comentados anteriormente (v. lámina 3-5). El **anillo linfático de Waldeyer,** compuesto por las tonsilas tubáricas, las tonsilas nasofaríngeas, las tonsilas linguales y las tonsilas palatinas, «guarda» las entradas hacia la faringe y proporciona un importante mecanismo de defensa inmunitaria linfática, especialmente en niños y adolescentes (v. lámina 6-6).

La laringe se encuentra anterior a la laringofaringe y proximal al esófago, aproximadamente al nivel de las vértebras C3-C6 y superior a la tráquea. Estructuralmente, la laringe consta de nueve cartílagos unidos por ligamentos y membranas.

CARTÍLAGO	DESCRIPCIÓN
Tiroides	Dos láminas de cartílago hialino y la prominencia laríngea (nuez de Adán)
Cricoides	Cartílago hialino en forma de anillo de sello justo inferior al tiroides
Epiglotis	Placa elástica en forma de cuchara unida al tiroides
Aritenoides	Cartílagos piramidales pares que rotan sobre el cartílago cricoides
Corniculados	Cartílagos pares que se sitúan en el vértice de los cartílagos aritenoides
Cuneiformes	Cartílagos pares en los pliegues aritenoepiglóticos que no tienen articulaciones

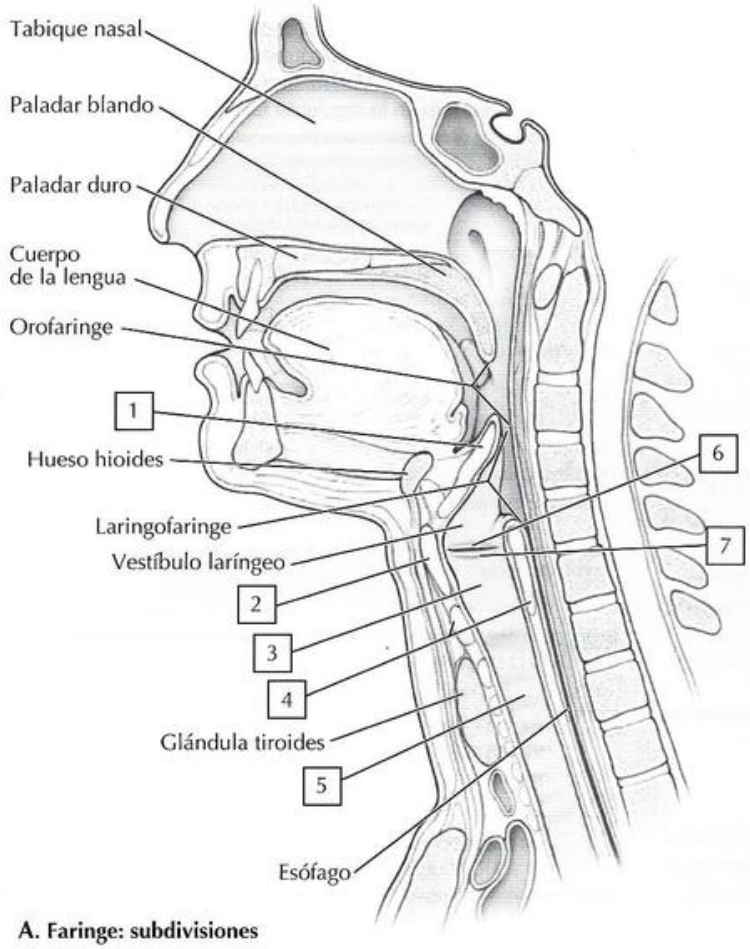
La cavidad laríngea incluye las siguientes subdivisiones:
- **Vestíbulo laríngeo:** se sitúa entre la entrada de la laringe (justo posterior a la epiglotis) y los pliegues vestibulares
- **Hendidura glótica:** el espacio o «hendidura» entre los pliegues vocales
- **Ventrículo laríngeo:** el receso que se extiende lateralmente entre los pliegues vestibular y vocal
- **Cavidad infraglótica:** el espacio por debajo de los pliegues vocales hasta el nivel del cartílago cricoides; por debajo del cartílago cricoides la cavidad infraglótica se convierte en la porción proximal de la tráquea

Los **pliegues vestibulares (cuerdas falsas)** cumplen una función protectora, pero los **pliegues vocales (cuerdas verdaderas)** controlan la fonación de forma parecida a un instrumento de lengüeta. Las vibraciones de los pliegues producen sonidos cuando pasa el aire a través de la hendidura glótica; el tono producido por estas vibraciones depende del diámetro, longitud, grosor y tensión de los pliegues vocales. El tamaño de la hendidura glótica y la tensión en los pliegues están determinados por los músculos de la laringe, pero la amplificación, la resonancia y la calidad del sonido son un producto de la forma y el tamaño de la faringe, la cavidad bucal, las cavidades nasales y paranasales y los movimientos de la lengua, labios, mejillas y paladar blando.

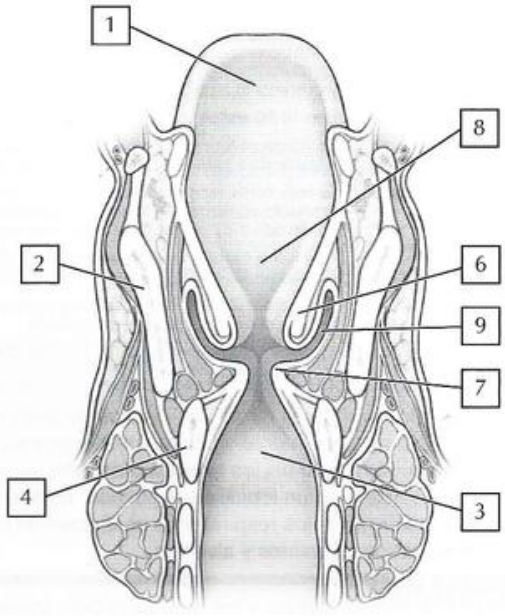
COLOREA las siguientes características de la laringe, utilizando un color diferente para cada característica:

- ☐ **1. Epiglotis**
- ☐ **2. Cartílago tiroides**
- ☐ **3. Cavidad infraglótica**
- ☐ **4. Cartílago cricoides**
- ☐ **5. Tráquea**
- ☐ **6. Pliegues vestibulares**
- ☐ **7. Pliegues (cuerdas) vocales**
- ☐ **8. Vestíbulo laríngeo**
- ☐ **9. Ventrículo laríngeo**

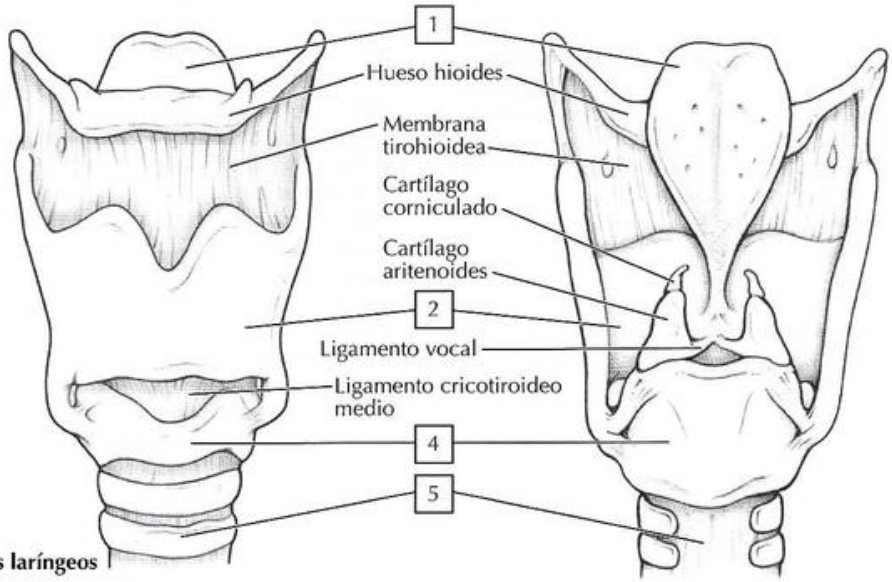
Nota clínica:
La **ronquera** puede deberse a cualquier proceso que provoque una vibración o coaptación de los pliegues vocales inadecuada. La **laringitis aguda** es una inflamación de los pliegues vocales que causa edema (hinchazón) de la mucosa de los pliegues vocales y por lo general es el resultado del hábito de fumar, la enfermedad por reflujo gastroesofágico, la rinosinusitis crónica, la tos, el uso excesivo de la voz (gritar en voz alta, hablar o cantar durante períodos prolongados), mixedema e infecciones.



A. Faringe: subdivisiones



B. Visión posterior: sección coronal



C. Cuello: cartílagos laríngeos

Visión anterior Visión posterior

7 Tráquea y pulmones

Tráquea y bronquios

La tráquea y los bronquios (principales [primarios], secundarios y terciarios) conducen aire hacia y desde los pulmones, y sus características se resumen en la siguiente tabla.

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Tráquea	Tiene aproximadamente 12,5 cm de largo y 2,5 cm de diámetro; discurre inferiormente anterior al esófago y posterior al arco de la aorta
Anillos cartilaginosos	Son 16-20 anillos en forma de C
Bronquio	Se divide en bronquios principales (primarios) derecho e izquierdo a nivel del ángulo esternal (de Louis)
Bronquio principal derecho	Es más corto, más ancho y más vertical que el bronquio izquierdo; los objetos extraños aspirados pasan con más probabilidad hacia este bronquio
Carina	Es interna, cartílago en forma de quilla en la bifurcación de la tráquea
Bronquios secundarios	Bronquios para los lóbulos de cada pulmón (tres en el derecho, dos en el izquierdo)
Bronquios terciarios	Bronquios para los segmentos broncopulmonares (10 para cada pulmón)

Más allá de los bronquios terciarios, las vías de paso se estrechan considerablemente y finalmente pierden su soporte cartilaginoso, formando así los **bronquiolos,** con un bronquiolo terminal que abastece un lobulillo del pulmón. Dentro de los lobulillos, los bronquiolos respiratorios se dividen en conductos alveolares, sacos alveolares y alvéolos.

COLOREA la tráquea y los bronquios principales, utilizando un color diferente para cada componente:

- ☐ **1. Tráquea**
- ☐ **2. Bronquios principales (primarios) (derecho e izquierdo)**
- ☐ **3. Bronquios secundarios (superior, medio e inferior en el lado derecho; superior e inferior en el lado izquierdo)**
- ☐ **4. Bronquios terciarios para los 10 segmentos broncopulmonares en cada pulmón**

Pulmones

Cada pulmón está recubierto por una capa de **pleura visceral,** que se refleja hacia fuera desde la superficie del pulmón y luego forma una capa externa de **pleura parietal** que tapiza la cara interna de la caja torácica. De este modo, las cavidades pleurales son espacios potenciales, como el saco pericárdico, que normalmente contienen una pequeña cantidad de líquido seroso que lubrica las superficies y reduce la fricción durante la respiración. La pleura parietal es sensible al dolor (la visceral no lo es) y las dos cavidades pleurales están separadas una de otra por el mediastino. Las características de la pleura se resumen en la siguiente tabla.

ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN
Cúpula	La cúpula de la pleura parietal cervical se extiende por encima de la primera costilla
Pleura parietal	Membrana que en términos descriptivos incluye las pleuras costal, mediastínica, diafragmática y cervical (cúpula)
Reflexiones pleurales	Puntos en los que la pleura parietal se refleja hacia fuera desde una superficie y se extiende sobre otra (p. ej., desde costal a diafragmática)
Recesos pleurales	Puntos de reflexión en los que el pulmón no se extiende totalmente dentro del espacio pleural (p. ej., costodiafragmático, costomediastínico)

El pulmón derecho tiene tres lóbulos y el pulmón izquierdo, dos lóbulos. En la cara medial de cada pulmón está el **hilio,** que es la región donde vasos, bronquios, nervios y vasos linfáticos entran y salen de los pulmones. Las características de cada pulmón se resumen en la siguiente tabla.

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Lóbulos	Tres lóbulos (superior, medio, inferior) en el pulmón derecho; dos en el izquierdo
Fisura horizontal	Sólo en el pulmón derecho; se extiende a lo largo de la línea de la 4.ª costilla
Fisura oblicua	En ambos pulmones; se extiende desde la vértebra T2 hasta el 6.° cartílago costal
Impresiones	Formadas por las estructuras adyacentes, en los pulmones fijados
Hilio	Punto en el que diferentes estructuras (bronquio, vasos, nervios, linfáticos) entran o salen del pulmón
Língula	Estructura en forma de lengua, en el pulmón izquierdo
Escotadura cardíaca	Indentación para el corazón, en el pulmón izquierdo
Ligamento pulmonar	Doble capa de la pleura parietal suspendida del hilio que marca la reflexión de la pleura visceral a la pleura parietal
Segmento broncopulmonar	10 segmentos funcionales en cada pulmón que reciben cada uno un bronquio segmentario y una arteria segmentaria de la arteria pulmonar

COLOREA los siguientes elementos de los pulmones, utilizando los colores recomendados para cada uno:

- ☐ **5. Arteria pulmonar: transporta sangre desde el ventrículo derecho del corazón hacia los pulmones para la oxigenación (azul)**
- ☐ **6. Bronquio (amarillo)**
- ☐ **7. Venas pulmonares: retornan la sangre oxigenada al atrio izquierdo del corazón (rojo)**

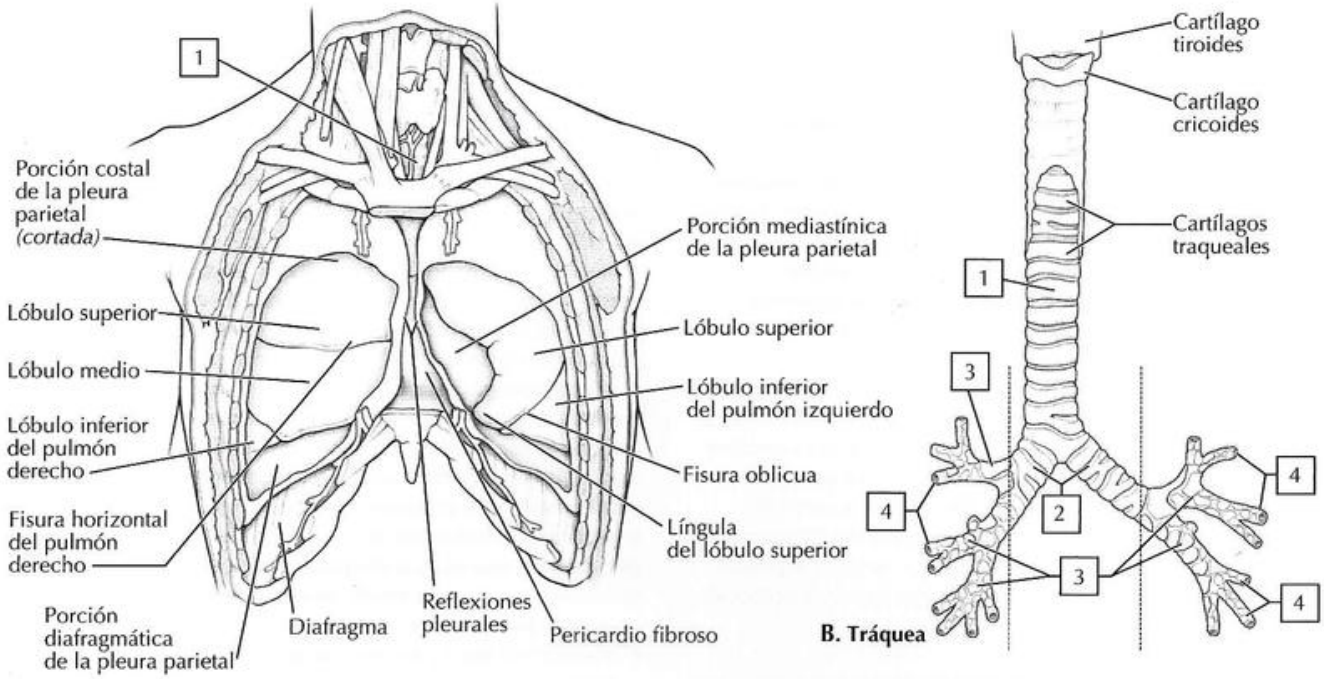
Nota clínica:

El **cáncer de pulmón** es la causa principal de muerte relacionada con el cáncer y se origina o de las células de revestimiento alveolar o del epitelio del árbol traqueobronquial.

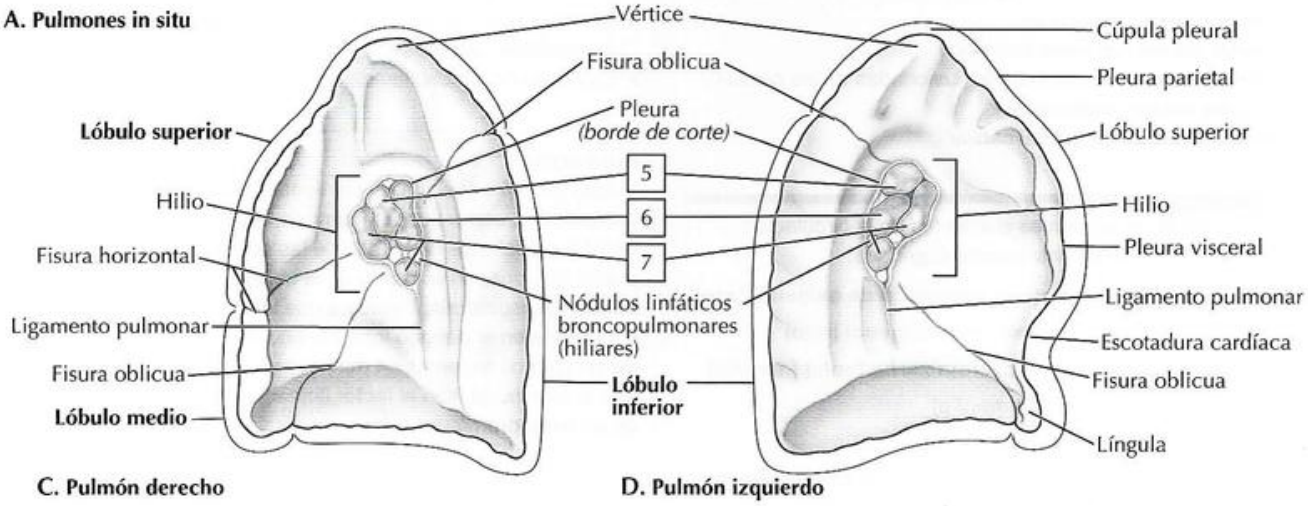
La **aspiración** de pequeños objetos (cacahuetes, canicas) en los pulmones puede bloquear los bronquios. Por lo general, el objeto se aspira en el bronquio principal derecho, ya que es más corto, más ancho y más vertical que el bronquio principal izquierdo.

Generalmente, la **enfermedad pulmonar crónica** se puede agrupar en enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) o enfermedad pulmonar restrictiva crónica. Las enfermedades obstructivas incluyen bronquitis crónica, asma y enfisema, y hacen que sea más difícil exhalar el aire que reside en el pulmón. Las enfermedades restrictivas (fibrosis) generalmente reducen la elasticidad de los pulmones, lo que hace más difícil inflar los pulmones rígidos.

La **neumonía** representa aproximadamente una sexta parte de todas las muertes en Estados Unidos. Los niños y los ancianos son especialmente vulnerables a la neumonía neumocócica, como lo son los individuos con insuficiencia cardíaca congestiva, EPOC, diabetes o alcoholismo.

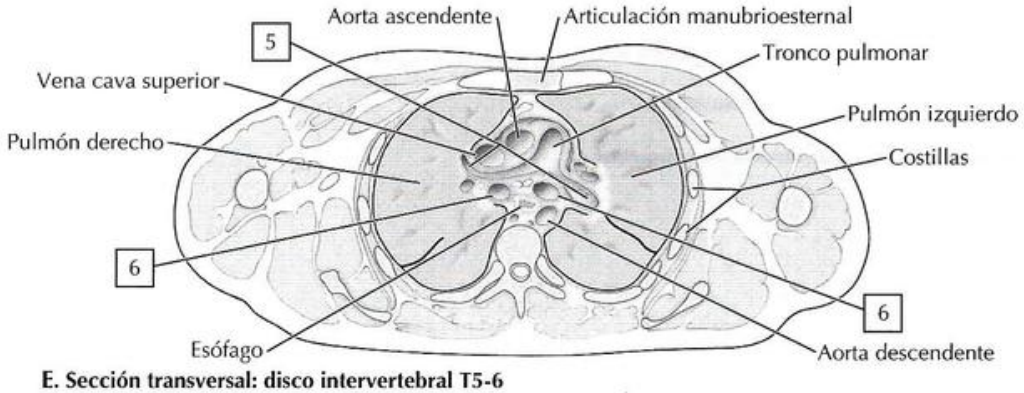


A. Pulmones in situ



C. Pulmón derecho

D. Pulmón izquierdo



E. Sección transversal: disco intervertebral T5-6

7 Mecanismos respiratorios

La mecánica de la ventilación implica la interacción dinámica de los pulmones, la pared torácica y el diafragma.

Durante la respiración tranquila, la contracción del diafragma sólo representa aproximadamente el 75% de la inspiración. Los músculos intercostales externos de la pared torácica (v. lámina 3-11) y músculos seleccionados del cuello (escalenos) también pueden ayudar a la inspiración, especialmente durante el ejercicio activo. La espiración implica la retracción elástica de los propios pulmones y es ayudada por la relajación del diafragma y la contracción de algunos de los músculos intercostales y abdominales (recto del abdomen y oblicuos del abdomen).

La sangre desde el ventrículo derecho del corazón perfunde los pulmones (a través de las arterias pulmonares) a una velocidad de reposo de unos 5 l/min a baja presión (normalmente de unos 6 mmHg). Plexos capilares pulmonares envuelven los sacos alveolares, donde ocurre la mayor parte del intercambio gaseoso. Las venas pulmonares recogen la sangre oxigenada y la devuelven al lado izquierdo del corazón para su distribución en la circulación sistémica.

El intercambio de gases se produce a nivel de los alvéolos y los capilares e implica lo siguiente:
- Atravesar las células alveolares tipo I
- Atravesar las membranas basales fusionadas de las células tipo I y las células endoteliales
- Atravesar la célula endotelial capilar

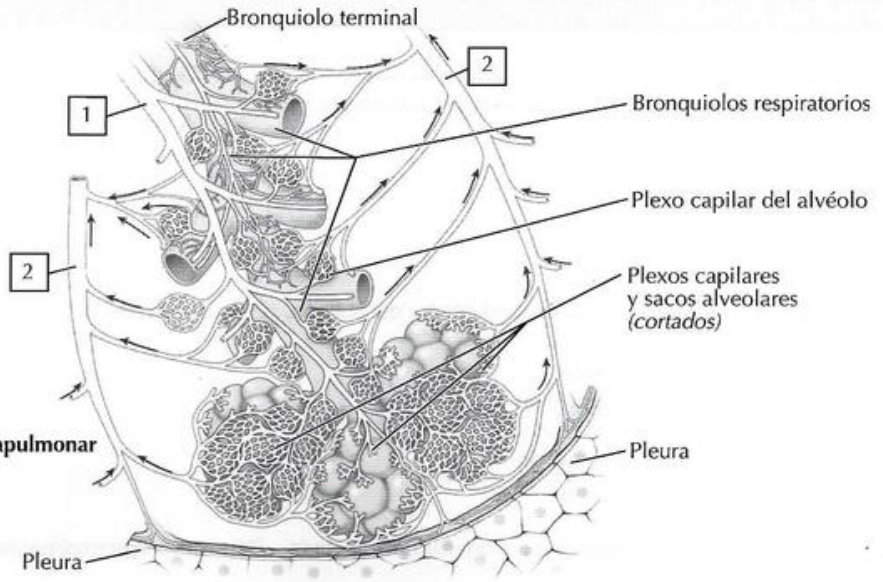
COLOREA los siguientes elementos de la circulación intrapulmonar, utilizando los colores sugeridos:

- ☐ **1. Arteria pulmonar (menor contenido de oxígeno) (azul)**
- ☐ **2. Vena pulmonar (saturada con oxígeno) (rojo)**
- ☐ **3. Célula alveolar tipo II (secreta surfactante) (naranja)**
- ☐ **4. Célula alveolar tipo I (amarillo)**
- ☐ **5. Célula endotelial del capilar (lila)**
- ☐ **6. Membranas basales fusionadas de la célula alveolar tipo I y de la célula endotelial (azul claro)**
- ☐ **7. Células intersticiales (verde)**
- ☐ **8. Eritrocitos (rojo)**
- ☐ **9. Macrófago alveolar (marrón) (en el espacio aéreo alveolar)**

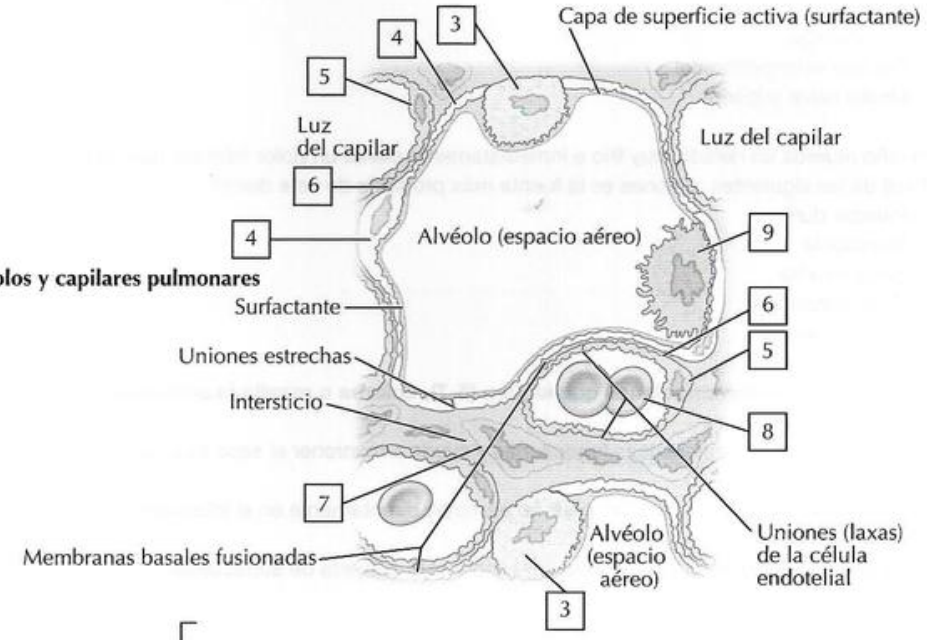
Las células alveolares tipo II secretan **surfactante,** que forma una película delgada sobre el líquido que normalmente recubre la superficie del alvéolo, reduciendo así la tensión superficial de los alvéolos recubiertos de líquido y ayudando a reducir la presión necesaria para inflar los alvéolos.

Cuando la sangre fluye a través de los capilares alveolares, el oxígeno se difunde desde el alvéolo hacia el interior del eritrocito, donde se une a la hemoglobina. Al mismo tiempo, el dióxido de carbono se difunde fuera del eritrocito y hacia el interior del alvéolo. Normalmente, la sangre atraviesa toda la longitud del capilar en 0,75 segundos, y aún más rápido cuando se aumenta el gasto cardíaco. Sin embargo, el intercambio gaseoso es tan eficiente que normalmente se produce en aproximadamente 0,5 segundos. Casi todo el oxígeno transportado a los tejidos del cuerpo por la sangre está unido a la hemoglobina; sólo una pequeña fracción se disuelve y se transporta en el plasma. El tabique interalveolar (separa el espacio aéreo alveolar de la luz capilar) es la **barrera aire-sangre,** que es muy delgada, lo que permite la rápida difusión de los gases a través de este tabique. El tabique se compone de tres capas:
- Neumocitos tipo I y su capa de surfactante en el espacio aéreo alveolar
- Lámina basal fusionada de los neumocitos tipo I y las células endoteliales capilares
- Endotelio de los capilares continuos

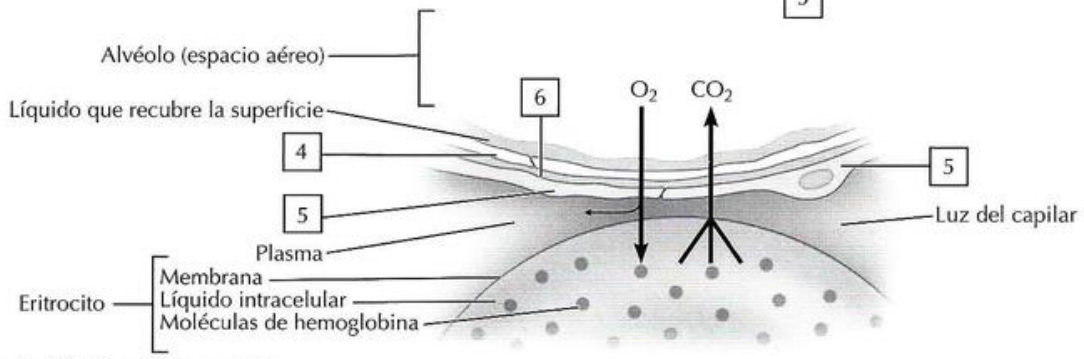
Nota clínica:
El fallo en la producción de cantidades suficientes de **surfactante,** como puede ocurrir en bebés prematuros, debido a la falta de desarrollo de las células alveolares tipo II, puede provocar un aumento en el trabajo respiratorio y causar dificultad respiratoria. Debido a que los pulmones no son necesarios en el período intrauterino, se encuentran entre uno de los últimos sistemas en desarrollarse funcionalmente en el feto y, a menudo, son el factor limitante en la supervivencia de un bebé prematuro.



A. Circulación sanguínea intrapulmonar



B. Ultraestructura de los alvéolos y capilares pulmonares



C. Vías de difusión del O_2 y el CO_2

PREGUNTAS DE REPASO

1. Un bebé prematuro está teniendo gran dificultad para respirar debido a un recubrimiento incompleto de surfactante en el epitelio alveolar. ¿Cuáles de las siguientes células secretan surfactante?
   A. Células endoteliales alveolares
   B. Macrófagos alveolares
   C. Células cilíndricas ciliadas simples
   D. Neumocitos tipo I
   E. Neumocitos tipo II

2. Un niño pequeño aspira un cacahuete hacia el interior del pulmón. ¿En qué parte del pulmón es más probable que se encuentre el cacahuete?
   A. Lóbulo inferior del pulmón izquierdo
   B. Bronquio principal del pulmón izquierdo
   C. Bronquio principal del pulmón derecho
   D. Bronquio terciario del pulmón izquierdo
   E. Bronquio terciario del pulmón derecho

3. El seno frontal de un paciente parece estar bloqueado e infectado. ¿Dónde drena normalmente el seno frontal?
   A. Meato nasal inferior
   B. Meato nasal medio
   C. Nasofaringe
   D. Receso esfenoetmoidal
   E. Meato nasal superior

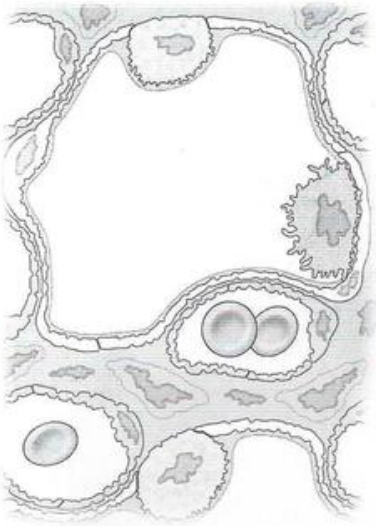
4. Un niño muerde un helado muy frío e inmediatamente siente un dolor intenso, que refiere como una «congelación del cerebro». ¿Cuál de las siguientes regiones es la fuente más probable de este dolor?
   A. Paladar duro
   B. Mandíbula
   C. Seno maxilar
   D. Seno esfenoidal
   E. Paladar blando

Para cada una de las descripciones que siguen (5-7), colorea o resalta la anatomía relevante en la imagen

5. Esta célula posee características fagocitarias y ayuda a mantener el saco alveolar libre de desechos.

6. Esta célula tapiza el saco alveolar, pero no participa directamente en el intercambio gaseoso.

7. Esta célula participa en el intercambio gaseoso y está cubierta de surfactante.



8. ¿Qué tipo de epitelio tapiza normalmente la tráquea? _____

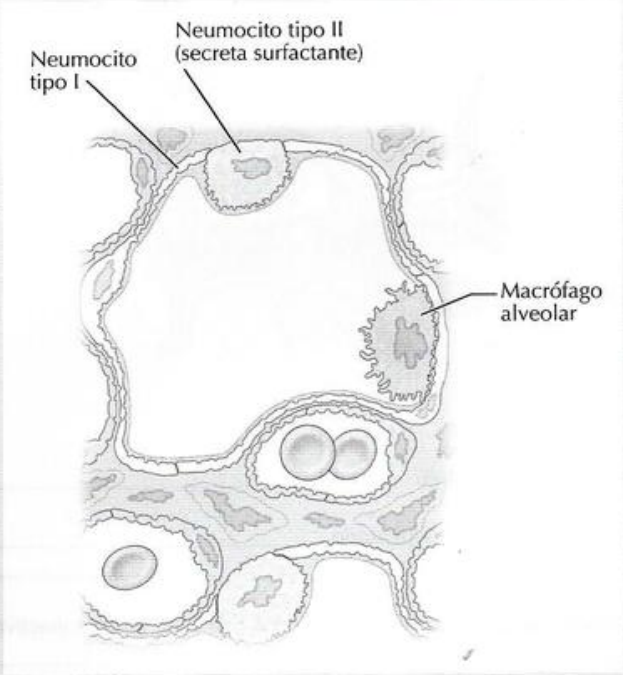
9. Identificar tres funciones importantes del sistema respiratorio _____
_____

10. Los pulmones están contenidos dentro de un saco pleural. ¿Qué dos capas de tejido conectivo comprenden estos sacos? _____
_____

RESPUESTAS

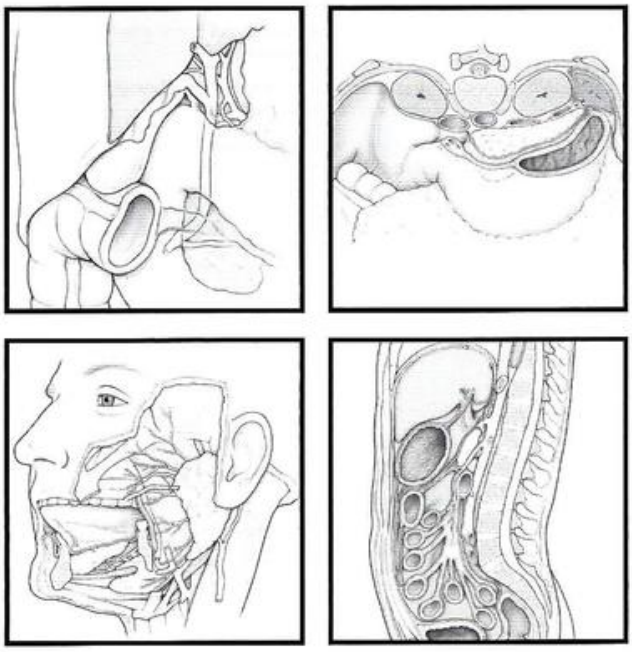
1. E
2. C
3. B
4. C (los nervios de los dientes maxilares discurren en las paredes del seno y son sensibles al frío)
5. Macrófago alveolar
6. Neumocito tipo II (pero secreta surfactante)

7. Neumocito tipo I



8. Epitelio cilíndrico seudoestratificado ciliado
9. Filtra y humedece el aire, mueve el aire hacia el interior y el exterior de los pulmones, proporciona una gran superficie para el intercambio de gases, ayuda a regular el pH del cuerpo, participa en la vocalización y ayuda al sistema olfatorio con la detección de olores
10. Pleura visceral (en la superficie del pulmón) y parietal (tapiza la cavidad torácica)

Capítulo 8 **Sistema digestivo**



© 2015. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

8 Visión general

El sistema digestivo está formado por un tubo tapizado de epitelio que empieza en la **cavidad bucal** y se extiende hasta el **conducto anal;** también incluye glándulas asociadas, como:

- **Glándulas salivares:** tres glándulas mayores y miles de glándulas salivares menores microscópicas dispersas por toda la mucosa bucal
- **Hígado:** la glándula más grande del cuerpo
- **Vesícula biliar:** almacena y concentra la bilis necesaria para la digestión de las grasas
- **Páncreas:** un órgano exocrino (enzimas digestivas) y endocrino

El tubo tapizado de epitelio que es el tubo digestivo mide unos 7,5 metros desde la boca al conducto anal e incluye las siguientes cavidades y estructuras viscerales:

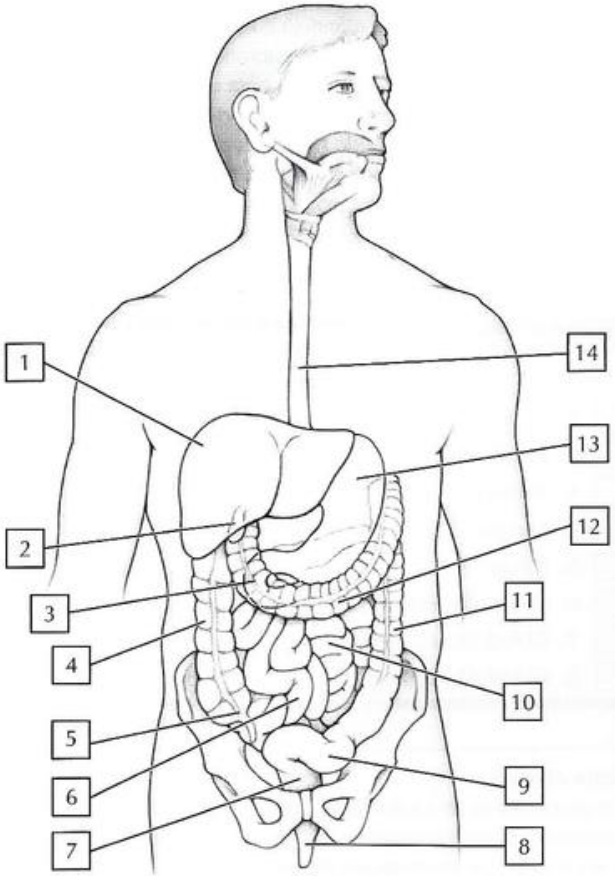
- **Cavidad bucal:** lengua, dientes y glándulas salivares
- **Faringe:** subdividida en nasofaringe, orofaringe y laringofaringe
- **Esófago**
- **Estómago**
- **Intestino delgado:** subdividido en duodeno, yeyuno e íleon
- **Intestino grueso:** subdividido en ciego, colon ascendente, colon transverso, colon descendente, colon sigmoide, recto y conducto anal

COLOREA cada uno de los siguientes componentes viscerales de las porciones torácica y abdominal (tracto gastrointestinal) del tubo digestivo, utilizando un color diferente para cada componente:

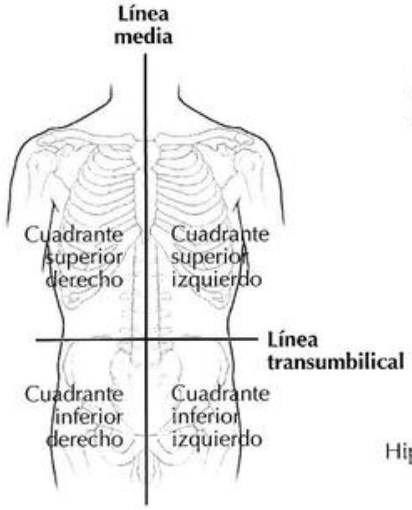
- ☐ **1. Hígado**
- ☐ **2. Vesícula biliar**
- ☐ **3. Duodeno (por transparencia en la figura por detrás del colon transverso)**
- ☐ **4. Colon ascendente**
- ☐ **5. Ciego**
- ☐ **6. Íleon**
- ☐ **7. Recto**
- ☐ **8. Conducto anal**
- ☐ **9. Colon sigmoide**
- ☐ **10. Yeyuno**
- ☐ **11. Colon descendente**
- ☐ **12. Colon transverso**
- ☐ **13. Estómago**
- ☐ **14. Esófago**

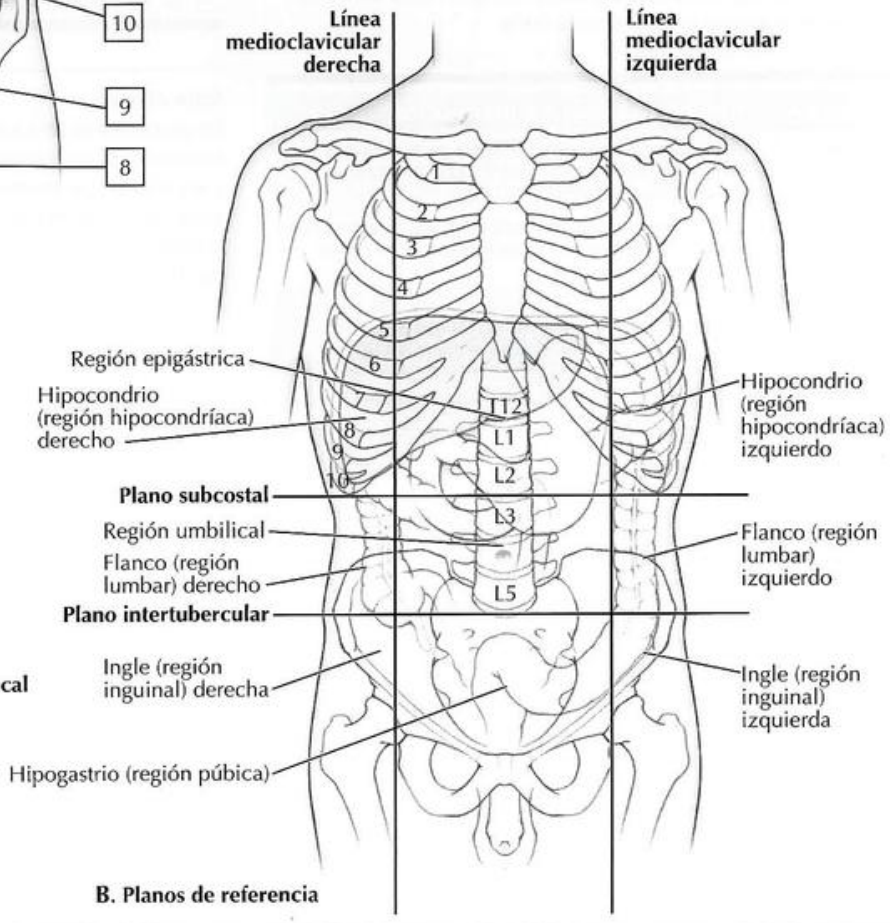
Clínicamente, debido a la complejidad estructural de las vísceras abdominales, es importante para los estudiantes saber dónde subyacen las estructuras viscerales en relación con la superficie de la pared abdominal. Para facilitar este ejercicio, el abdomen se puede dividir en **cuatro cuadrantes** o en **nueve regiones,** como se muestra en las partes *B* y *C*. Además, clínicamente, en el examen físico se utilizan varios planos de referencia para dividir el abdomen en regiones, como se resume a continuación.

PLANO DE REFERENCIA	DEFINICIÓN
Medio	Plano vertical desde la apófisis xifoides hasta la sínfisis del pubis
Transumbilical	Plano horizontal a través del ombligo (estos dos planos dividen el abdomen en cuadrantes)
Subcostal	Plano horizontal a través del borde inferior del 10.º cartílago costal
Intertubercular	Plano horizontal a través de los tubérculos del ilion y el cuerpo de la vértebra L5
Medioclavicular	Dos planos verticales a través del punto medio de las clavículas (estos dos planos y los planos subcostal e intertubercular dividen el abdomen en nueve regiones)



A. Organización del sistema digestivo





B. Planos de referencia

8 Cavidad bucal

La cavidad bucal es la primera porción del tubo digestivo y se compone de:

- Boca (vestíbulo bucal): el estrecho espacio entre los labios o las mejillas y los dientes y las encías
- Cavidad bucal propiamente dicha: incluye el paladar (duro y blando), los dientes, las encías, las glándulas salivares y la lengua

La mucosa del paladar, mejillas, lengua y labios contiene numerosas **glándulas salivares menores** que secretan directamente en la cavidad bucal. Además, tres pares de glándulas salivares mayores proporcionan **saliva** para ayudar en la digestión, reblandecimiento y deglución de los alimentos. La saliva también mantiene la superficie de la mucosa húmeda y lubricada para protegerla contra la abrasión, controla las bacterias bucales mediante la secreción de lisozima, secreta calcio y fosfato para la formación y mantenimiento de los dientes, y secreta amilasa para iniciar la digestión de los almidones. Las **células acinares serosas** de las glándulas salivares secretan la proteína y componentes enzimáticos de la saliva, mientras que las **células acinares mucosas** secretan una mucosidad acuosa. Finalmente, la **lipasa lingual,** secretada por las glándulas serosas de la lengua, se mezcla con la saliva y comienza la digestión de las grasas. Las glándulas salivares mayores se resumen en la siguiente tabla.

GLÁNDULA	TIPO DE GLÁNDULA E INERVACIÓN
Parótida	Glándula serosa inervada por fibras parasimpáticas del NC IX que discurren hacia la glándula vía nervio auriculotemporal (ramo del NC V_3)
Submandibular	Glándula seromucosa inervada por fibras parasimpáticas del NC VII que discurren hacia la glándula vía nervio lingual (ramo del NC V_3)
Sublingual	Glándula fundamentalmente mucosa inervada por fibras parasimpáticas del NC VII que discurren hacia la glándula vía nervio lingual (ramo del NC V_3)

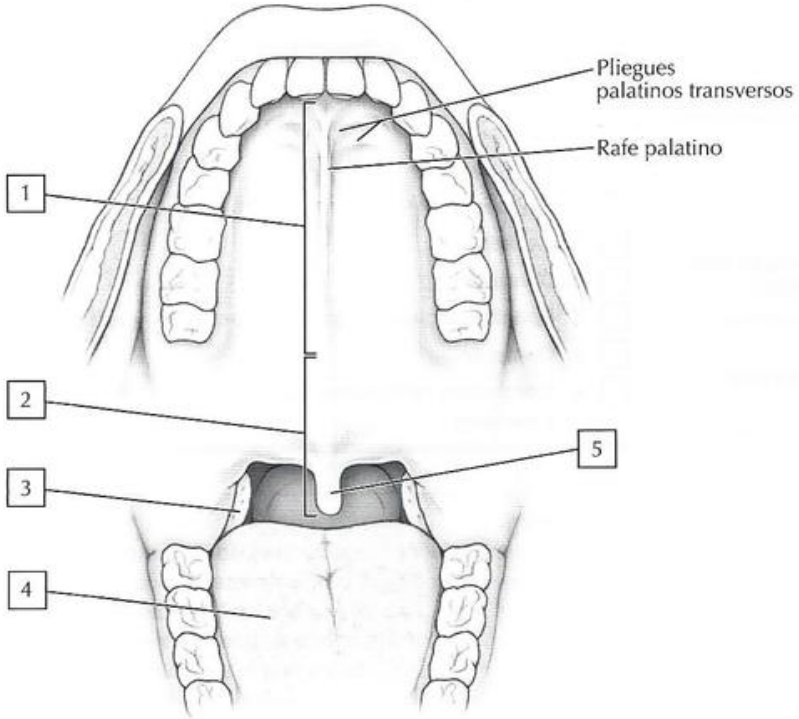
Véanse las láminas 4-20 y 4-22 para la inervación de las glándulas salivares.

La glándula parótida secreta la saliva a través de su conducto parotídeo (de Stenon). La glándula submandibular secreta la saliva a través de su conducto submandibular (de Wharton), y la glándula sublingual secreta la saliva a través de numerosos pequeños conductos ubicados en la parte anterolateral de la base de la lengua. Cuando la saliva pasa a través de los conductos, su composición de electrolitos se modifica de tal manera que la saliva que entra en la boca es hipotónica respecto al plasma y tiene una alta concentración de bicarbonato.

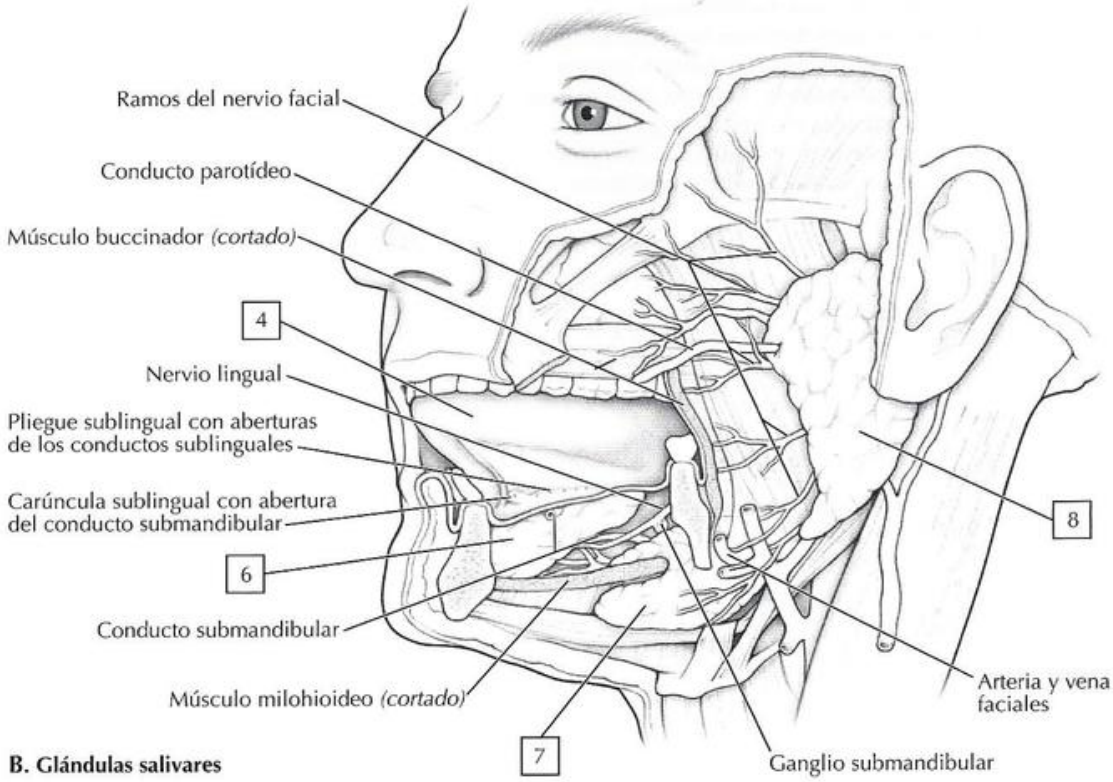
COLOREA los siguientes elementos de la cavidad bucal, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Paladar duro**
- ☐ **2. Paladar blando**
- ☐ **3. Tonsila palatina**
- ☐ **4. Lengua**
- ☐ **5. Úvula**
- ☐ **6. Glándulas sublinguales**
- ☐ **7. Glándula submandibular**
- ☐ **8. Glándula parótida**

Nota clínica:
La **gingivitis** es una inflamación de las encías causada por la acumulación de bacterias en las hendiduras entre los dientes y las encías. La acumulación de placa y sarro puede causar irritación de las encías que lleva a sangrado e hinchazón y, si no se trata, puede provocar daños en el hueso y la pérdida de dientes.



A. Visión anterior



B. Glándulas salivares

8 Dientes

Los dientes son estructuras duras situadas en los alvéolos dentarios del maxilar y la mandíbula. El diente tiene una corona, un cuello y una raíz; estas y otras características anatómicas del diente se resumen en la siguiente tabla.

Corona	Corona anatómica: la parte del diente que tiene una superficie de esmalte
Raíz	Raíz anatómica: la parte del diente que tiene una superficie de cemento
Ápice de la raíz	La punta final de la raíz: proporciona la entrada del tejido conectivo vasculonervioso en la cavidad pulpar
Esmalte	La superficie dura y brillante de la corona anatómica y la parte más dura del diente
Cemento	Una capa mate delgada sobre la superficie de la raíz anatómica
Dentina	Tejido duro que subyace bajo el esmalte y el cemento y constituye la mayor parte del diente
Cavidad pulpar	Contiene la pulpa dental (tejido conectivo con numerosos vasos y nervios)

Modificado con autorización de Norton N: *Anatomía de cabeza y cuello para odontólogos de Netter,* Philadelphia, 2007, Elsevier, pp. 360-361.

El ser humano tiene dos denticiones:

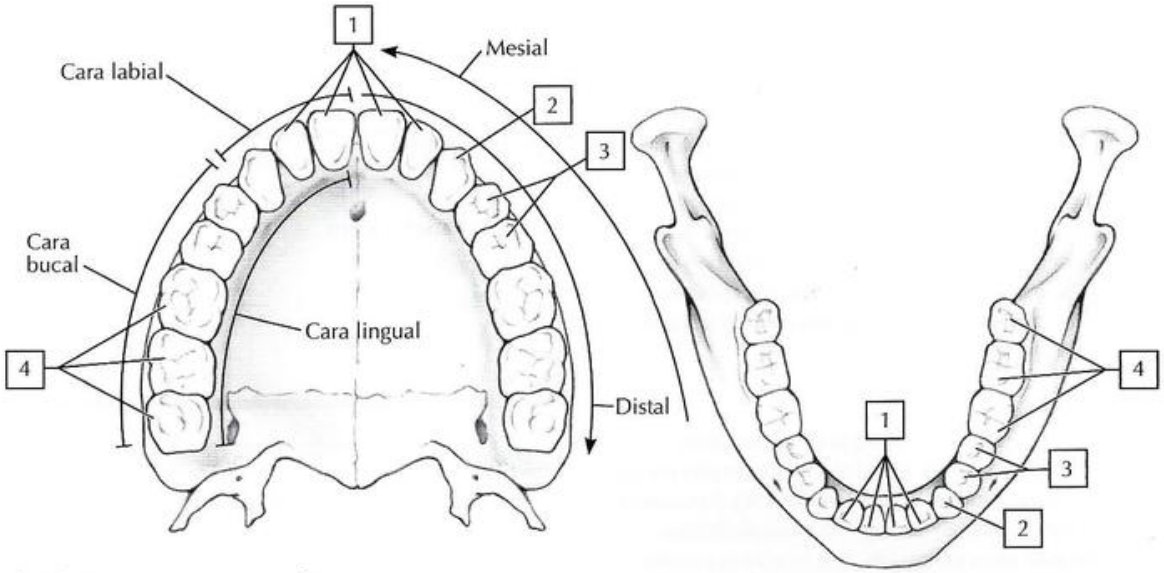
- **Dientes deciduos:** nuestra dentición primaria, que consta de 20 dientes; por lo general han aparecido todos a los 3 años de edad (2 incisivos, 1 canino y 2 molares en cada uno de los 4 cuadrantes, dos maxilares y dos mandibulares)
- **Dientes permanentes:** nuestra dentición secundaria, que consta de 32 dientes; por lo general comienzan a aparecer hacia los 6 años de edad (2 incisivos, 1 canino, 2 premolares y 3 molares en cada cuadrante); reemplazan a los dientes de leche. Los terceros molares también se conocen como «muelas del juicio», ya que normalmente son los últimos dientes en erupcionar.

COLOREA cada uno de los siguientes dientes y los elementos de un diente típico, utilizando un color diferente para cada elemento:

- ☐ **1. Incisivos**
- ☐ **2. Canino**
- ☐ **3. Premolares**
- ☐ **4. Molares**
- ☐ **5. Esmalte**
- ☐ **6. Dentina**
- ☐ **7. Epitelio gingival (de la encía) (escamoso estratificado)**
- ☐ **8. Cemento**
- ☐ **9. Conductos radiculares (que contienen vasos y nervios)**

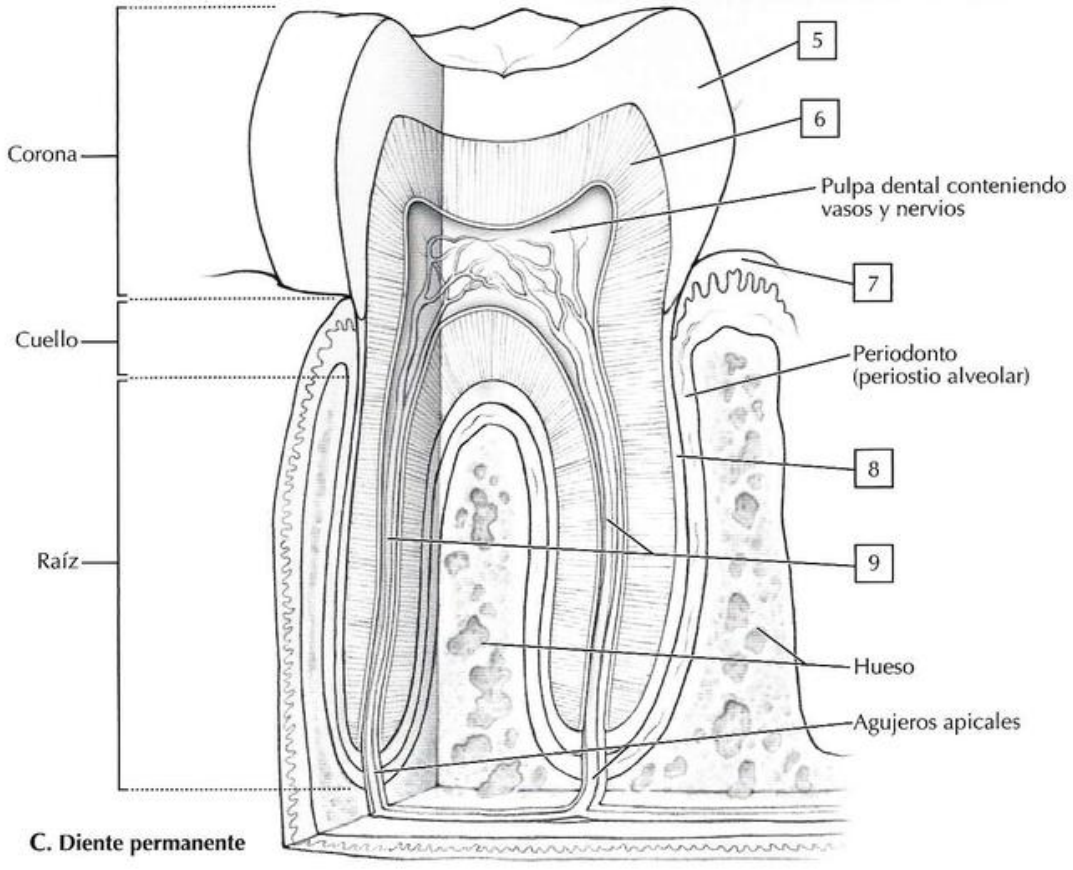
Nota clínica:

La **caries dental** puede provocar cavidades, que son causadas por bacterias que convierten los restos de comida en ácidos que forman la placa. La placa se adhiere a los dientes y, si no se elimina de manera oportuna, puede mineralizar para formar sarro. Los ácidos de la placa pueden erosionar el esmalte y formar una cavidad. Los alimentos ricos en azúcares y almidones promueven la formación de caries.



A. Dientes permanentes superiores

B. Dientes permanentes inferiores



C. Diente permanente

8 Faringe y esófago

Faringe

La faringe se subdivide en **nasofaringe, orofaringe** y **laringofaringe,** y ha sido revisada previamente en las secciones del sistema muscular y respiratorio (v. lámina 7-1). La mucosa de la orofaringe y la laringofaringe es un epitelio escamoso estratificado, que proporciona protección durante la deglución, y se entremezcla con glándulas mucosas para mantener el epitelio húmedo con una cubierta delgada de mucosidad. La laringofaringe se abre anteriormente hacia el interior de la entrada de la laringe y posteriormente se continúa con el esófago. Profundos a la mucosa se encuentran los músculos constrictores de la faringe (v. lámina 3-5) que ayudan a impulsar los alimentos hacia el esófago.

Esófago

El músculo del tercio superior del esófago es esquelético, el del tercio inferior es liso y en el tercio medio existe una mezcla de músculo esquelético y músculo liso. Las paredes musculares forman una capa longitudinal externa y una circular interna; estas capas participan en la peristalsis, que mueve la comida hacia el estómago. Cuando el esófago se aproxima al estómago, el músculo liso se espesa y forma el **esfínter inferior del esófago (EIE).** Normalmente, el tono de reposo del EIE es alto, lo que impide el reflujo del contenido gástrico hacia el esófago.

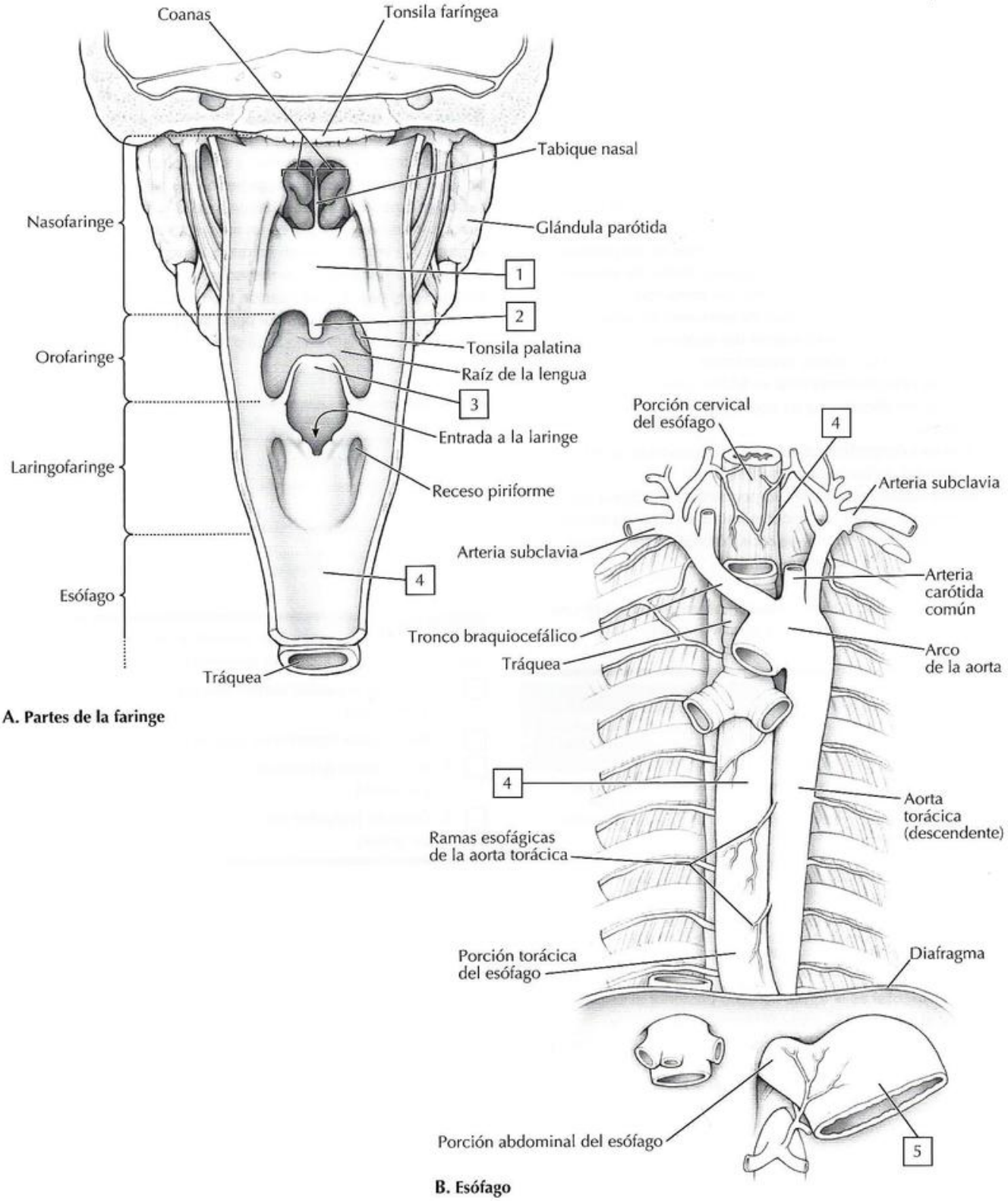
A medida que la onda peristáltica transporta un bolo de alimento hasta el estómago, libera óxido nítrico y el péptido intestinal vasoactivo desde el plexo mientérico (bajo control vagal) causa una relajación del EIE y el alimento entra en el estómago.

COLOREA las siguientes estructuras de la faringe y el esófago, utilizando un color diferente para cada una:

- ☐ **1. Paladar blando**
- ☐ **2. Úvula**
- ☐ **3. Epiglotis**
- ☐ **4. Esófago**
- ☐ **5. Estómago**

Nota clínica:

La **enfermedad por reflujo gastroesofágico** es un problema relativamente frecuente causado por un tono disminuido del EIE o una hernia de hiato deslizante (hernia del estómago en el tórax). El reflujo del contenido gástrico ácido puede causar dolor abdominal, dispepsia, gases, acidez, disfagia y otros problemas. La inflamación crónica de la pared de la parte inferior del esófago puede provocar esofagitis, ulceración o estenosis.



A. Partes de la faringe

B. Esófago

8 Cavidad peritoneal y mesenterios

La cavidad abdominal está delimitada por los músculos que ayudan en los movimientos del tronco y en la respiración y, mediante el aumento de la presión intraabdominal, facilitan la micción, la defecación y el parto. Las vísceras de la cavidad abdominopélvica se sitúan dentro de un espacio potencial denominado **cavidad peritoneal** (no muy diferente a las cavidades pleurales y pericárdica), que tiene las siguientes características:

- **Peritoneo parietal:** un recubrimiento seroso que cubre la superficie interna de las paredes de la cavidad abdominopélvica
- **Peritoneo visceral:** una continuación directa del peritoneo parietal, que se refleja desde la pared interna del abdomen y cubre las estructuras viscerales del abdomen
- **Mesenterios:** una doble capa de peritoneo visceral que se refleja desde la pared interna del abdomen y envuelve porciones de las vísceras abdominales
- **Vísceras retroperitoneales:** se sitúan contra la pared posterior del abdomen y no poseen un mesenterio que las suspenda
- **Vísceras intraperitoneales:** están suspendidas de las paredes del abdomen por un mesenterio
- **Líquido seroso:** secretado en pequeñas cantidades por el peritoneo, lubrica las vísceras, reduciendo así la fricción durante la peristalsis y otros movimientos de las vísceras abdominales cuando rozan entre sí

Estas y otras estructuras se representan en la parte *A* en una visión sagital y se resumen en la siguiente tabla.

ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN
Omento (epiplón) mayor	Un «delantal» de peritoneo que cuelga de la curvatura mayor del estómago; se repliega hacia atrás sobre sí mismo para unirse al colon transverso
Omento (epiplón) menor	Doble capa de peritoneo que se extiende desde la curvatura menor del estómago y la porción proximal del duodeno hasta el hígado (ligamentos hepatoduodenal y hepatogástrico)
Mesenterios	Doble pliegue de peritoneo que suspende porciones del intestino y conduce vasos, linfáticos y nervios del intestino
Ligamentos peritoneales	Doble capa de peritoneo que une vísceras a las paredes del abdomen o a otras vísceras

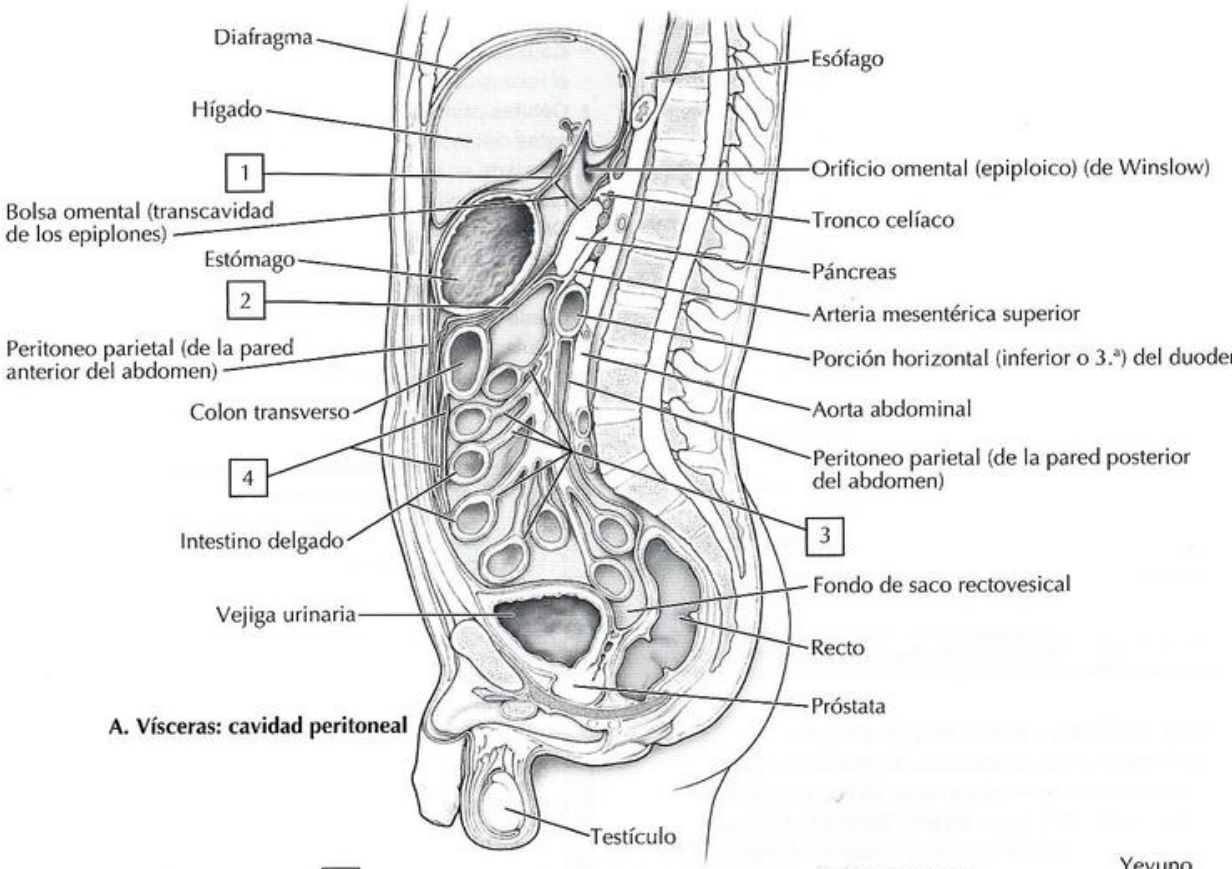
La **bolsa omental** es el fondo de saco posterior al estómago y anterior al páncreas (v. parte B); también se conoce como transcavidad de los epiplones. El resto de la cavidad abdominopélvica es la cavidad peritoneal propiamente dicha.

Cuando el tubo intestinal simple del embrión, que está suspendido por un mesenterio, comienza a crecer en longitud y anchura, rota sobre sí mismo para que la longitud significativa del intestino, necesaria para la digestión completa, se pueda acomodar en el espacio confinado del abdomen. Cuando se produce esta rotación y crecimiento, porciones del intestino y sus glándulas digestivas accesorias son empujadas hacia la pared posterior del abdomen y se fusionan con el peritoneo parietal, perdiendo así su mesenterio y convirtiéndose en **retroperitoneales** (a veces denominadas «secundariamente retroperitoneales» porque en un momento del desarrollo embrionario humano tenían un mesenterio). Otras porciones del intestino conservan sus mesenterios y siguen siendo intraperitoneales. A continuación se resumen las porciones del intestino que son en su mayor parte intraperitoneales (tienen un mesenterio, que está en la lista) o retroperitoneales (han perdido su mesenterio).

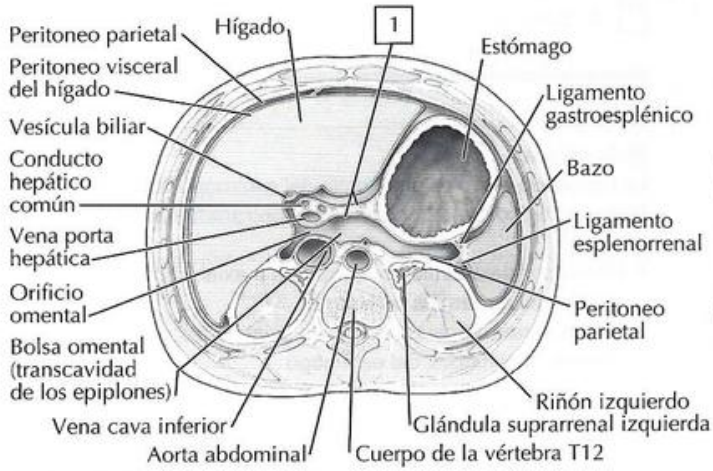
INTRAPERITONEAL	RETROPERITONEAL
Estómago (omento menor)	Duodeno (la mayor parte)
Yeyuno e íleon (mesenterio del intestino delgado)	Colon ascendente
Colon transverso (mesocolon transverso)	Colon descendente
Colon sigmoide (mesocolon sigmoide)	Recto

COLOREA los siguientes elementos de la cavidad peritoneal, utilizando un color diferente para cada uno:

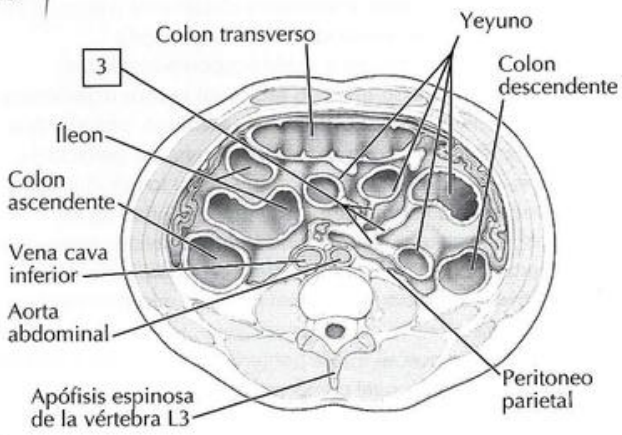
- ☐ **1. Omento (epiplón) menor (mesenterio que suspende el estómago)**
- ☐ **2. Mesocolon transverso (suspende el colon transverso)**
- ☐ **3. Mesenterio del intestino delgado (suspende el yeyuno y el íleon)**
- ☐ **4. Omento (epiplón) mayor (delantal de peritoneo lleno de grasa)**



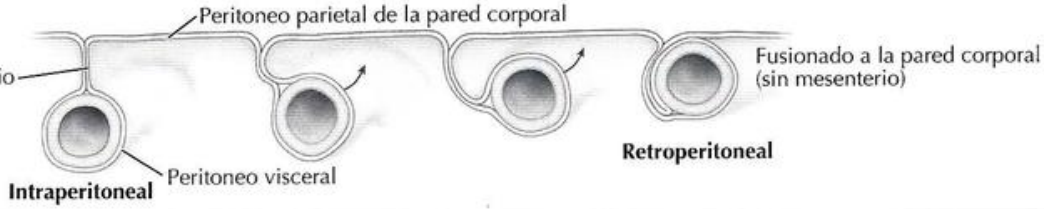
A. Vísceras: cavidad peritoneal



B. Sección transversal del abdomen: nivel vertebral T12



C. Sección transversal del abdomen: nivel vertebral L3-4



D. Cómo el intestino se vuelve secundariamente retroperitoneal

8 Estómago

El estómago es una bolsa muscular con sus capas de músculo liso orientadas en varios planos diferentes entre sí que funcionan mezclando el bolo macerado de alimento que entra desde el esófago. El estómago comienza la principal digestión enzimática del alimento en una mezcla semilíquida denominada **quimo,** que luego pasa al duodeno. Las características del estómago se resumen en la siguiente tabla.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Curvatura menor	Borde derecho del estómago; el omento menor se inserta en ella y se extiende hacia el hígado (ligamento hepatogástrico)
Curvatura mayor	Borde convexo con el omento mayor suspendido de su borde
Porción del cardias	Área del estómago que comunica con el esófago superiormente
Fundus	Parte superior justo por debajo de la cúpula izquierda del diafragma
Cuerpo	Parte principal entre el fundus y el antro pilórico
Porción pilórica	Porción que se divide en el antro pilórico, proximal, y el conducto pilórico, distal
Píloro	Localización del músculo esfínter del píloro; se une a la porción superior (primera) del duodeno

El estómago es flexible y puede adoptar diversas configuraciones durante la digestión, dependiendo de las contracciones de sus paredes de músculo liso y de lo lleno o distendido que esté. A pesar de esta flexibilidad, todavía está sujeto superiormente al esófago y distalmente a la porción superior (primera) del duodeno. El estómago y esta porción proximal del duodeno están suspendidos de un mesenterio denominado **omento (epiplón) menor** (ligamentos hepatogástrico y hepatoduodenal). Sin embargo, observa que la mayor parte del duodeno es retroperitoneal: ha perdido su mesenterio a lo largo de la mayor parte de su longitud. Detrás del estómago está la **bolsa omental** (transcavidad de los epiplones), un espacio que comunica con la cavidad peritoneal propiamente dicha a través del **orificio omental (epiploico)** (de Winslow). La cavidad peritoneal propiamente dicha es la totalidad del resto de la cavidad peritoneal. La bolsa omental es un fondo de saco que se forma posterior al estómago y anterior al páncreas retroperitoneal como resultado de la rotación del estómago durante el crecimiento diferencial en el embrión.

La mucosa del estómago está dispuesta en gruesos pliegues longitudinales denominados **pliegues gástricos** y en miles de pliegues microscópicos y fositas gástricas tapizadas con un epitelio de renovación (cilíndrico simple). En la base de la fosita gástrica están las glándulas gástricas o fúndicas, que contienen los siguientes cuatro tipos de células:

- **Células mucosas del cuello:** secretan moco para proteger el revestimiento del estómago
- **Células principales:** situadas profundas en las glándulas, estas células secretan principalmente **pepsinógeno,** que se convierte en pepsina una vez que hace contacto con el jugo gástrico y ayuda en la digestión de las proteínas
- **Células parietales:** se encuentran principalmente en el cuello de las glándulas gástricas y secretan **ácido clorhídrico (HCl)** y **factor intrínseco** (complejos con vitamina B_{12} para que pueda ser absorbida en el íleon)
- **Células enteroendocrinas:** más concentradas cerca de la base de las glándulas, secretan una serie de hormonas o sustancias parecidas a las hormonas que regulan la digestión

COLOREA las siguientes estructuras del estómago y su mucosa, usando un color diferente para cada estructura:

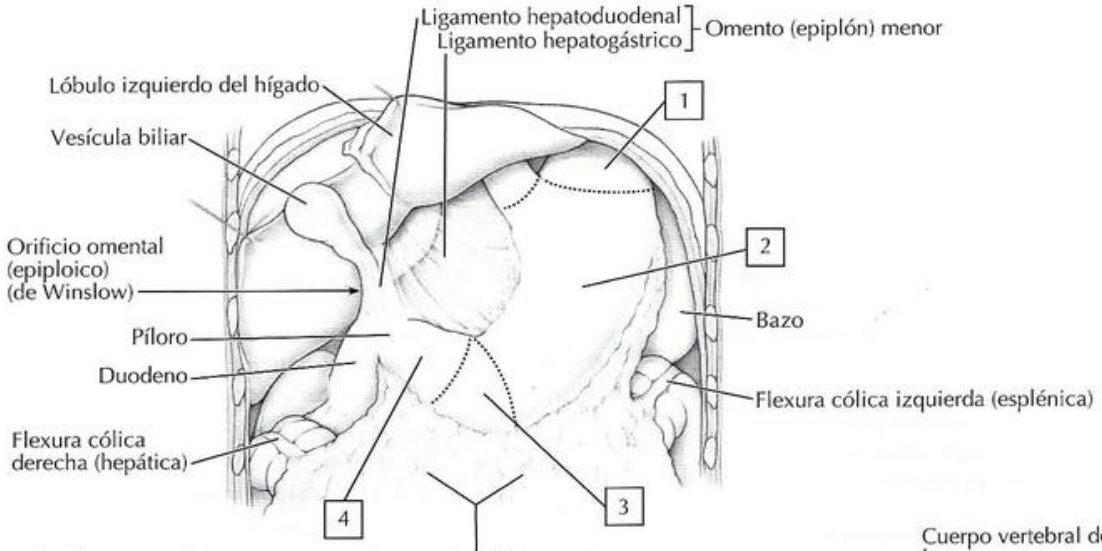
- ☐ **1. Fundus gástrico**
- ☐ **2. Cuerpo del estómago**
- ☐ **3. Antro pilórico**
- ☐ **4. Conducto pilórico (contiene el esfínter pilórico, de músculo liso, que durante la digestión libera cantidades moderadas de quimo en el duodeno)**
- ☐ **5. Células mucosas del cuello (moco)**
- ☐ **6. Células parietales (HCl y factor intrínseco)**
- ☐ **7. Células principales (pepsinógeno)**
- ☐ **8. Células enteroendocrinas (hormonas gástricas y péptidos reguladores)**

Nota clínica:

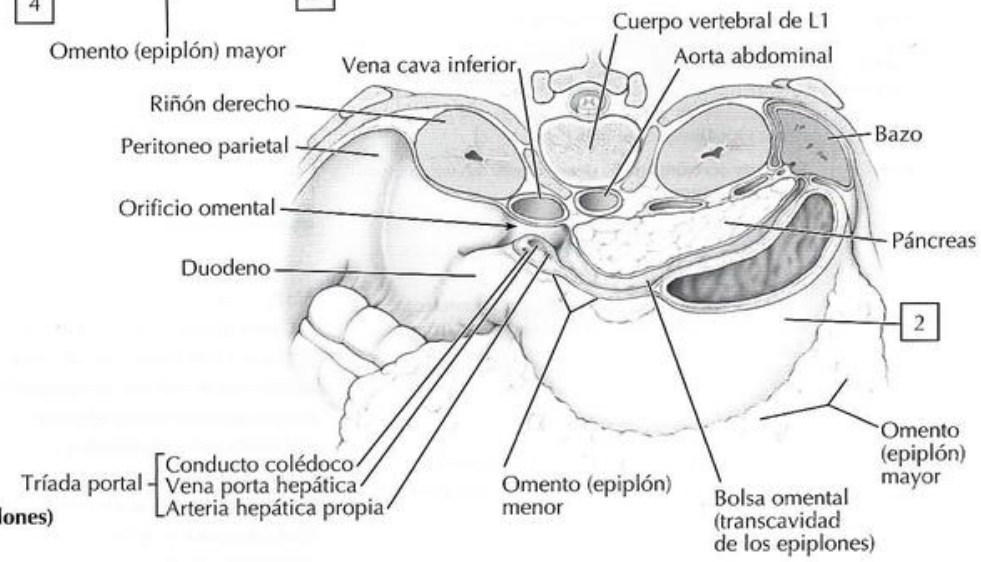
La **hernia de hiato** es una hernia del estómago a través del hiato esofágico. Se reconocen dos tipos anatómicos de hernias de hiato:

- Hernia por deslizamiento, corredera o axial: comprenden el 95% de las hernias de hiato
- Hernia paraesofágica o hernia no axial: por lo general implica solamente el fundus del estómago

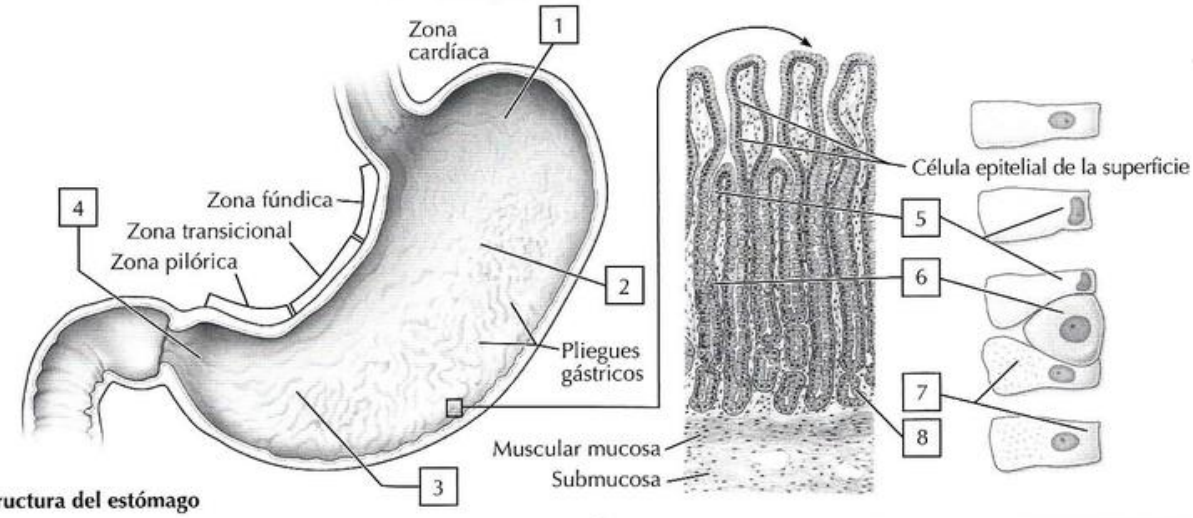
Las **úlceras pépticas** son lesiones GI que pueden extenderse a través de la muscular mucosa y son lesiones que remiten, recidivantes. La exposición al ácido gástrico y la pepsina, la aspirina, el alcohol y la infección por *Helicobacter pylori* (alrededor del 70% de las úlceras gástricas) son factores agravantes frecuentes.



A. Vísceras: estómago



B. Vísceras: bolsa omental (transcavidad de los epiplones)



C. Estructura del estómago

8 Intestino delgado

Como estructura del intestino medio embrionario, el intestino delgado está irrigado por la **arteria mesentérica superior** y drenado por el **sistema porta hepático** (v. lámina 5-19). El intestino delgado incluye:

- **Duodeno:** primera parte del intestino delgado (alrededor de 25 cm de largo); es en gran parte retroperitoneal
- **Yeyuno:** las dos quintas partes proximales del intestino delgado mesentérico (alrededor de 2,5 m de largo); es donde tiene lugar la mayor parte de la absorción
- **Íleon:** las tres quintas partes distales del intestino delgado mesentérico (alrededor de 3,5 m de largo), que se abre a través de la válvula ileocecal en el ciego del intestino grueso

Duodeno

El duodeno es donde la bilis y las enzimas pancreáticas se añaden al quimo, que acaba de llegar desde el estómago. Las características del duodeno se resumen a continuación.

PORCIÓN DEL DUODENO	DESCRIPCIÓN
Superior	Primera porción; lugar de inserción para el ligamento hepatoduodenal del omento menor
Descendente	Segunda porción; en ella desembocan los conductos colédoco y pancreático
Inferior	Tercera porción; cruza a la vena cava inferior (VCI) y la aorta y está cruzada anteriormente por vasos mesentéricos
Ascendente	Cuarta porción; fijada por el músculo (ligamento) suspensorio del duodeno a nivel de la flexura duodenoyeyunal

Yeyuno e íleon

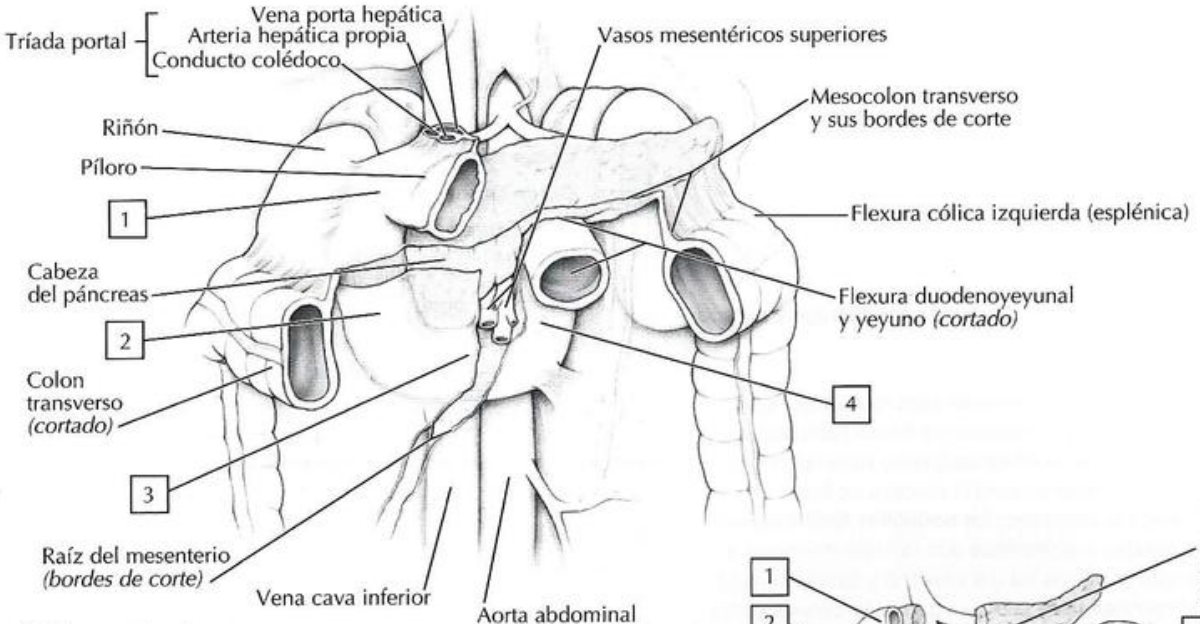
El yeyuno tiene un diámetro mayor, paredes más gruesas, vascularización más abundante, menos grasa en su mesenterio, menos nodulillos linfáticos y **pliegues circulares** más grandes y más altos que el íleon. El yeyuno y el íleon están suspendidos en un mesenterio elaborado (dos pliegues de peritoneo que conducen los vasos, linfáticos y nervios) que se origina de la pared posterior media del abdomen y sujeta los aproximadamente 6 m de intestino delgado.

El yeyuno y el íleon tienen una gran área de superficie para la secreción y la absorción. El área de superficie se incrementa mediante la presencia de **pliegues circulares, vellosidades** y **microvellosidades** (borde en cepillo en el epitelio cilíndrico). Un epitelio cilíndrico simple tapiza el intestino, y la lámina propia contiene linfáticos, vasos y células de tejido conectivo. Glándulas intestinales (criptas de Lieberkühn) se extienden en la lámina propia, y **nodulillos linfáticos agregados** (placas de Peyer) aumentan en número a medida que se avanza hacia la porción distal del íleon.

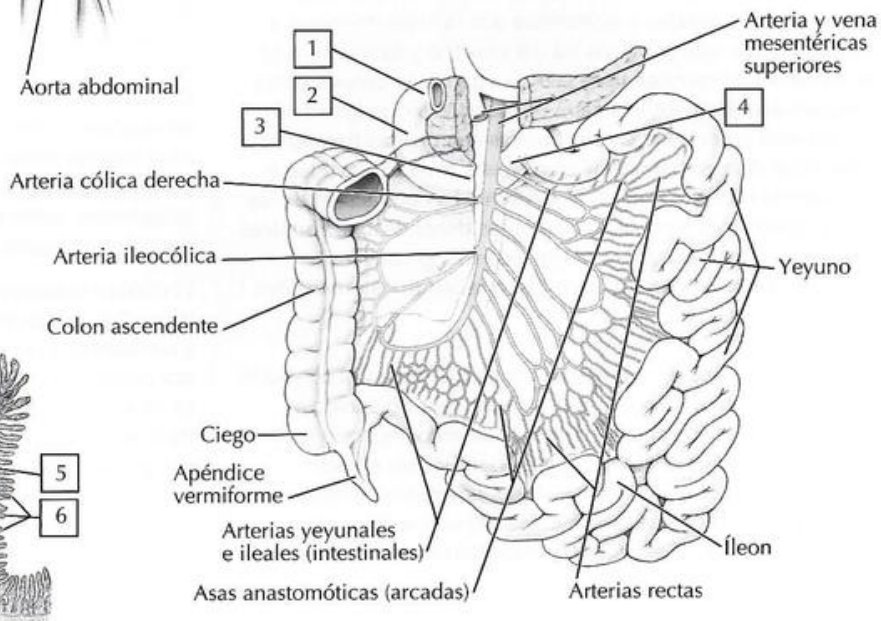
COLOREA las siguientes partes del intestino delgado, utilizando un color diferente para cada una:

- ☐ **1. Porción superior (primera) del duodeno (sujeta por el ligamento hepatoduodenal que contiene el conducto colédoco, la arteria hepática propia y la vena porta)**
- ☐ **2. Porción descendente (segunda) del duodeno**
- ☐ **3. Porción horizontal (tercera) del duodeno**
- ☐ **4. Porción ascendente (cuarta) del duodeno**
- ☐ **5. Pliegue circular**
- ☐ **6. Vellosidad**
- ☐ **7. Nodulillo linfático**

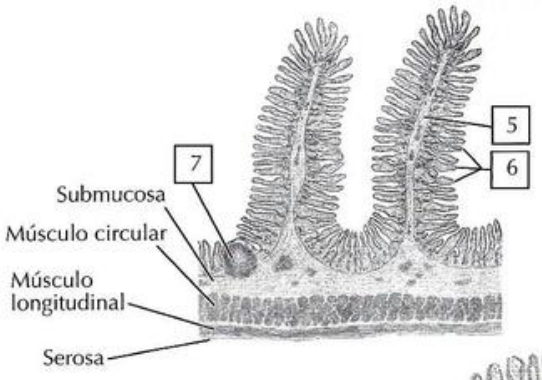
Nota clínica:
La **enfermedad de Crohn** es un trastorno intestinal inflamatorio crónico idiopático (que se cree que es una enfermedad autoinmune con un componente genético) intermitente y que afecta generalmente al intestino delgado y el colon. A menudo aparece entre las edades de 15 y 30 años y se presenta con dolor abdominal, diarrea, fiebre y otros signos y síntomas. La luz del intestino se estrecha, se encuentran ulceraciones de la mucosa y la pared del intestino se engruesa y se vuelve pegajosa; afecta, por tanto, a todo el espesor del intestino.



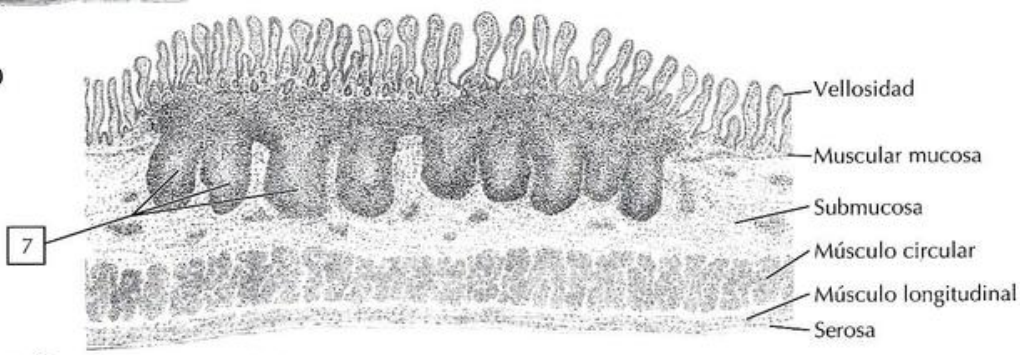
A. Vísceras: duodeno



B. Vísceras: intestino delgado



C. Yeyuno (a pocos aumentos)



D. Íleon (a pocos aumentos)

8 Intestino grueso

El intestino grueso está irrigado por las **arterias mesentéricas superior** e **inferior,** debido a que la porción proximal del intestino grueso deriva del intestino medio embrionario y la porción distal del intestino posterior (porción distal del colon transverso hasta el recto). El intestino grueso incluye:

- Ciego (y su apéndice vermiforme)
- Colon ascendente (retroperitoneal)
- Colon transverso (tiene un mesocolon transverso)
- Colon descendente (retroperitoneal)
- Colon sigmoide (tiene un mesocolon sigmoide)
- Recto (retroperitoneal)
- Conducto anal (se encuentra por debajo del diafragma pélvico y termina en el ano)

El intestino grueso sirve principalmente para reabsorber agua y electrolitos de las heces y almacenar las heces hasta que son eliminadas del cuerpo. El intestino grueso tiene las mismas capas que el intestino delgado, pero la mucosa no tiene vellosidades o pliegues circulares; los **nodulillos linfáticos** son frecuentes. Las **células caliciformes** son también comunes y secretan moco, que lubrica la luz del intestino y facilita el paso de las heces. La mucosa tiene pliegues parciales denominados **pliegues semilunares,** y la capa de músculo liso longitudinal externa está organizada en tres bandas engrosadas **(tenias del colon)** que discurren desde el ciego hasta el recto y ayudan a impulsar las heces a lo largo del intestino. La contracción de las capas musculares produce saculaciones denominadas **haustras** que dan al colon su aspecto típico. Además, el colon está salpicado de pequeños sacos de grasa **(apéndices omentales [epiploicos]).**

El extremo terminal del intestino grueso es el recto y el conducto anal. Normalmente, el conducto anal está cerrado debido a la contracción tónica de los **esfínteres interno** (músculo liso) y **externo** (músculo esquelético) **del ano.** Cuando el recto se distiende por la materia fecal, el esfínter interno se relaja, pero la defecación no se produce hasta que el esfínter externo voluntario se relaja y los músculos lisos del colon distal y el recto se contraen.

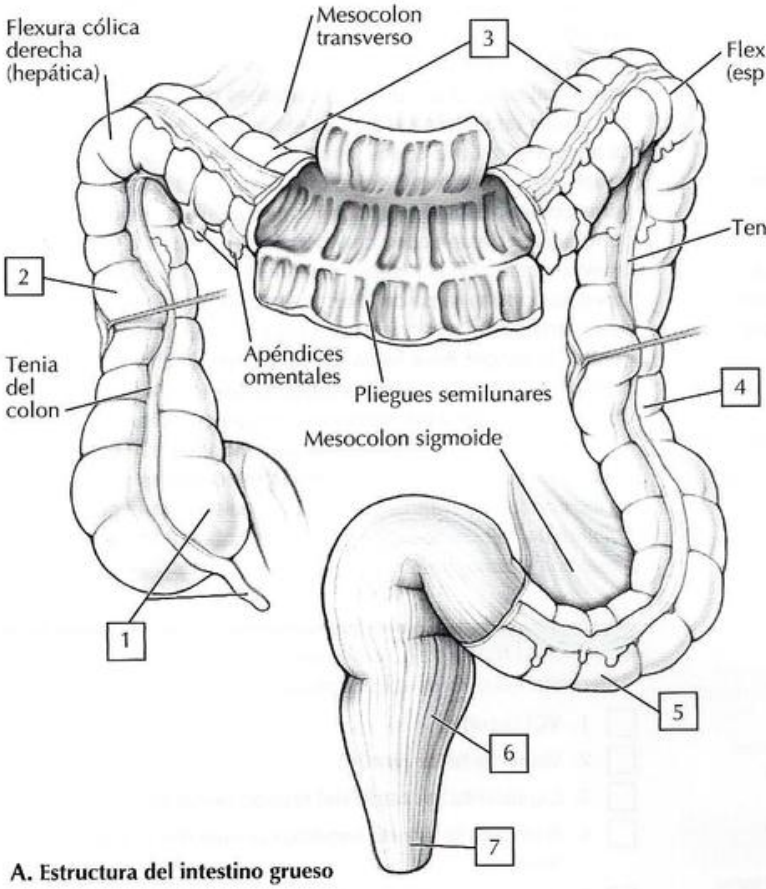
COLOREA las siguientes partes del intestino grueso, utilizando un color diferente para cada una:

- ☐ **1. Ciego y apéndice vermiforme**
- ☐ **2. Colon ascendente**
- ☐ **3. Colon transverso**
- ☐ **4. Colon descendente**
- ☐ **5. Colon sigmoide**
- ☐ **6. Recto**
- ☐ **7. Conducto anal**
- ☐ **8. Esfínter interno del ano (músculo liso, involuntario; inervación parasimpática)**
- ☐ **9. Esfínter externo del ano (músculo esquelético, voluntario; inervación somática)**

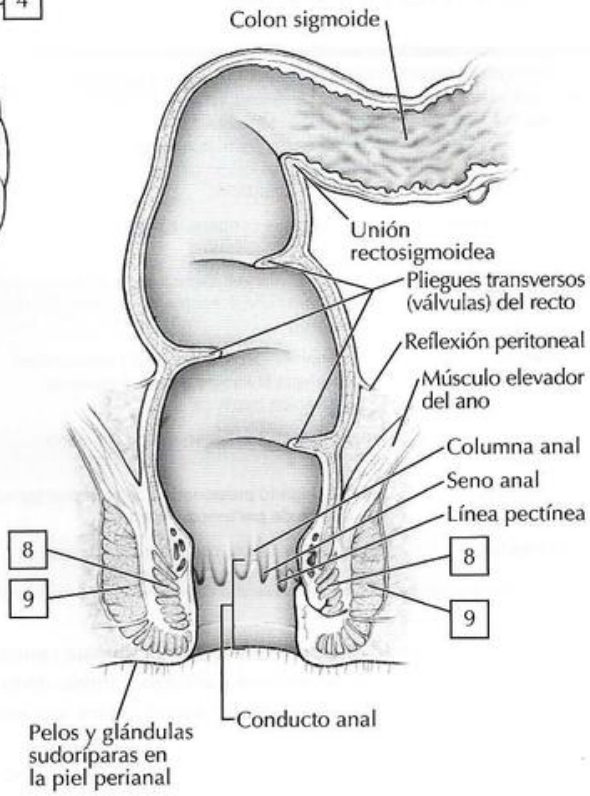
Nota clínica:

La **diverticulosis colónica** es por lo general una hernia adquirida de la mucosa del colon a través de la pared muscular, que crea un divertículo o pequeño sáculo que puede contener un depósito o concreción fecal. Esta afección es más común en la porción distal del colon descendente y el colon sigmoide y puede estar causada por contracciones peristálticas exageradas, aumento de la presión intraluminal y/o una debilidad intrínseca en la pared muscular.

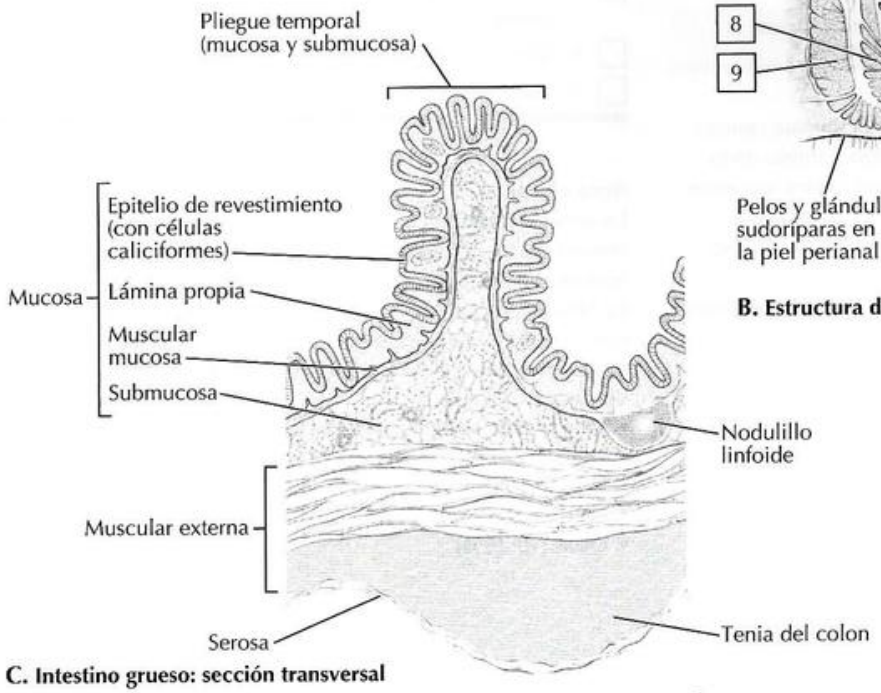
El **cáncer colorrectal** es el segundo cáncer de mortalidad específica por localización, tras el cáncer de pulmón, y representa alrededor del 15% de las muertes relacionadas por cáncer en Estados Unidos. Entre los factores de riesgo se incluyen la herencia, la dieta alta en grasas, el aumento de la edad, la enfermedad inflamatoria intestinal y la presencia de pólipos.



A. Estructura del intestino grueso



B. Estructura del recto y el conducto anal



C. Intestino grueso: sección transversal

8 Hígado

El hígado es el órgano sólido más grande del cuerpo y anatómicamente se divide en cuatro lóbulos:

- Lóbulo derecho (lóbulo más grande)
- Lóbulo izquierdo
- Lóbulo cuadrado (se encuentra entre la vesícula biliar y el ligamento redondo del hígado)
- Lóbulo caudado (se encuentra entre la VCI, el ligamento venoso y el porta hepático)

Funcionalmente, el hígado se divide en lóbulos derecho e izquierdo de acuerdo a su vascularización, con cada lóbulo recibiendo una rama principal de la arteria hepática propia, la vena porta hepática, la vena hepática (drena la sangre del hígado en la VCI) y el drenaje biliar.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Lóbulos	Se divide, en términos funcionales, en lóbulos derecho e izquierdo, con subdivisiones anatómicas del lóbulo derecho en lóbulos cuadrado y caudado
Ligamento redondo	Ligamento que contiene la vena umbilical obliterada
Ligamento falciforme	Reflexión peritoneal alejada de la pared anterior del abdomen con el ligamento redondo del hígado en su borde
Ligamento venoso	Resto ligamentoso del conducto venoso fetal, que conducía la sangre desde la placenta a la derivación hepática
Ligamentos coronarios	Reflexiones de peritoneo desde el hígado al diafragma
Área desnuda	Área del hígado presionada contra el diafragma que carece de peritoneo visceral
Porta hepático	Lugar donde vasos, conductos, linfáticos y nervios entran o salen del hígado

El hígado es importante debido a que recibe el drenaje venoso del tracto GI, sus órganos accesorios y el bazo a través de la vena porta hepática (v. lámina 5-18). El hígado realiza una serie de funciones importantes:

- Almacenamiento de fuentes de energía (glucógeno, grasas, proteínas y vitaminas)
- Producción de combustibles celulares (glucosa, ácidos grasos y cetoácidos)
- Producción de proteínas plasmáticas y factores de coagulación
- Metabolismo de toxinas y fármacos
- Modificación de muchas hormonas
- Producción de ácidos biliares
- Excreción de sustancias (bilirrubina)
- Almacenamiento de hierro y muchas vitaminas
- Fagocitosis de materiales extraños que entran en la circulación portal desde el intestino

Las células del hígado reciben la sangre de la **vena porta hepática** (aproximadamente el 75%) y de la **arteria hepática propia** (aproximadamente el 25%). Los hepatocitos (células hepáticas) están dispuestos en cordones de células que están separados unos de otros por los **sinusoides hepáticos.** La sangre se mueve desde la vena porta hepática y las ramas arteriolares hepáticas a través del sinusoide hacia la **vena central.** Esta disposición forma **lobulillos hepáticos** compuestos de unidades hexagonales de células alrededor de la vena central. En el margen del lobulillo está la **tríada portal,** formada por una rama de la arteria hepática propia, una rama de la vena porta hepática y un conducto biliar. Desde la vena central, la sangre fluye hacia las venas hepáticas y la VCI. Los sinusoides contienen **células fagocitarias** (células de Kupffer) que eliminan eritrocitos dañados y antígenos extraños. La bilis es producida por los hepatocitos (alrededor de 900 ml/día) y drena en los conductillos biliares intralobulillares y luego en los conductos biliares (derecho e izquierdo) más grandes. Finalmente, la bilis se recoge en la **vesícula biliar,** donde se almacena y concentra.

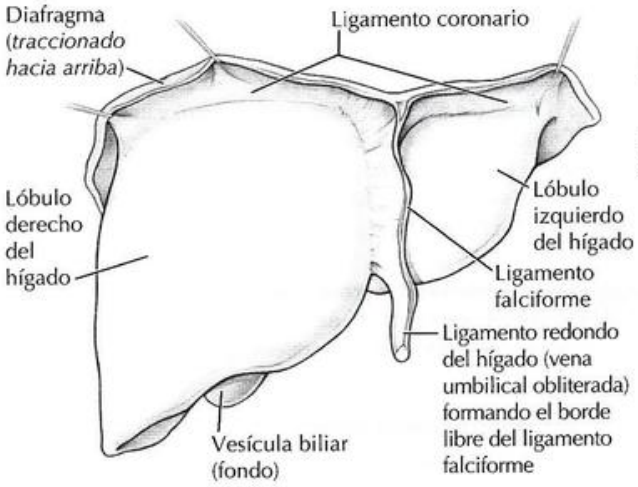
COLOREA los siguientes elementos del hígado, utilizando los colores sugeridos para cada uno:

- ☐ **1. VCI (azul)**
- ☐ **2. Vesícula biliar (verde)**
- ☐ **3. Ligamento redondo del hígado (amarillo)**
- ☐ **4. Rama de la arteria hepática propia (en la tríada portal) (rojo)**
- ☐ **5. Rama de la vena porta hepática (en la tríada portal) (azul)**
- ☐ **6. Conducto biliar (en la tríada portal) (verde)**
- ☐ **7. Varios hepatocitos (marrón)**

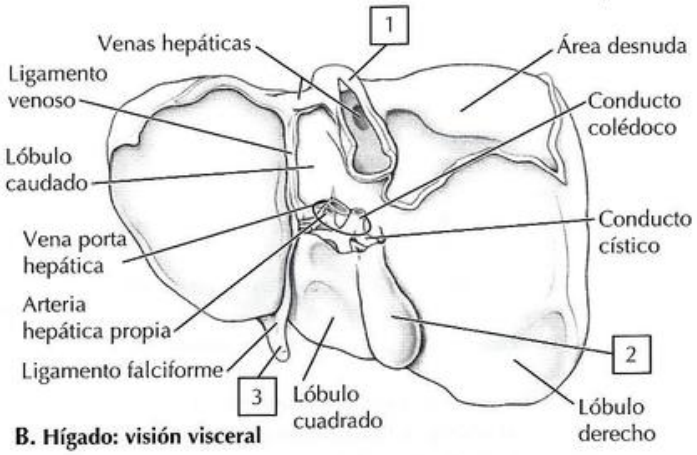
Nota clínica:

La **cirrosis hepática** es en gran medida una enfermedad irreversible, caracterizada por fibrosis difusa, regeneración nodular del parénquima y alteración de la arquitectura hepática. La fibrosis progresiva interrumpe el flujo sanguíneo portal (conduciendo a la hipertensión portal), que empieza a nivel de los sinusoides y las venas centrales. Las causas frecuentes de cirrosis incluyen:

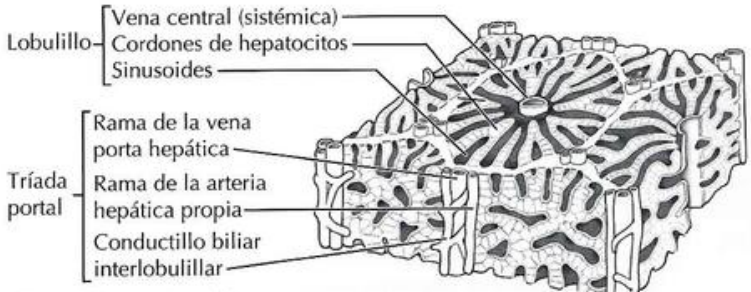
- Enfermedad hepática (hepatopatía) alcohólica (60-70%)
- Hepatitis vírica (10%)
- Enfermedades biliares (5-10%)
- Causas genéticas (5%)
- Otras (10-15%)



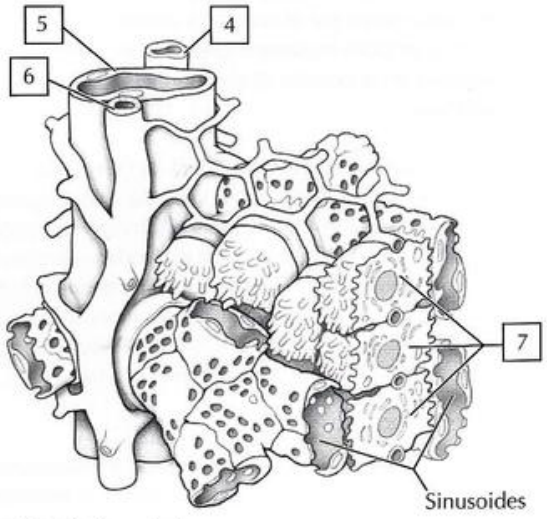
A. Hígado: visión anterior



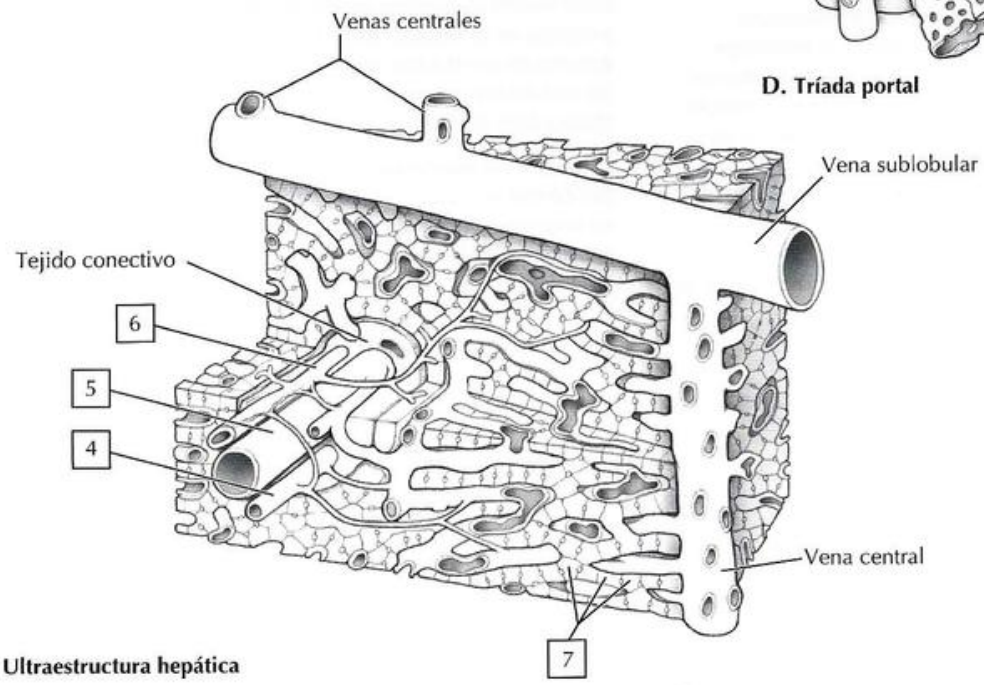
B. Hígado: visión visceral



C. Arquitectura hepática



D. Tríada portal



E. Ultraestructura hepática

8 Vesícula biliar y páncreas exocrino

Vesícula biliar

La vesícula biliar almacena y concentra la bilis, que es secretada por los hepatocitos en el hígado. La bilis, una vez secretada por el hepatocito, toma el siguiente recorrido:

- Pasa a un conductillo biliar (capilar)
- Pasa desde los conductillos biliares a los conductillos intralobulillares
- Pasa desde los conductillos intralobulillares a los conductos biliares
- Se recoge en los conductos hepáticos derecho e izquierdo
- Entra en el conducto hepático común
- Entra en el conducto cístico y se almacena y concentra en la vesícula biliar
- Tras estimulación (en gran parte por eferentes vagales y colecistoquinina [CCK]), la bilis sale de la vesícula biliar y entra en el conducto cístico
- Pasa inferiormente por el conducto colédoco
- Entra en la ampolla hepatopancreática (de Vater)
- Desemboca en la porción descendente (segunda) del duodeno

El hígado produce alrededor de 900 ml de bilis al día, y entre comidas se almacena en la vesícula biliar (capacidad de aproximadamente 30-50 ml), donde también se concentra. En consecuencia, la bilis que alcanza el duodeno es una mezcla de la bilis más diluida que fluye directamente desde el hígado y la bilis concentrada de la vesícula biliar. La mucosa de la vesícula biliar está especializada para la absorción de electrolitos y agua, lo que permite a la vesícula biliar concentrar la bilis.

Páncreas exocrino

El páncreas es a la vez un órgano **exocrino** y **endocrino** (v. lámina 11-6). El páncreas se sitúa posterior al estómago en el suelo de la bolsa omental y es un órgano retroperitoneal a excepción de la parte distal de la cola, que está en contacto con el bazo. La cabeza del páncreas está situada dentro de la curva en forma de C del duodeno, con su proceso unciforme situado posterior a los vasos mesentéricos superiores.

Las células acinares del páncreas exocrino (una glándula tubuloacinar compuesta) secretan una serie de enzimas que son necesarias para la digestión de proteínas, almidones y grasas. Las células ductales pancreáticas secretan líquido con un alto contenido en bicarbonato que neutraliza el ácido que entra en el duodeno desde el estómago. La secreción pancreática se encuentra bajo control nervioso (nervio vago) y hormonal (secretina y CCK); las secreciones pancreáticas exocrinas desembocan principalmente en el conducto pancreático principal, que se une al conducto colédoco en la ampolla hepatopancreática (de Vater).

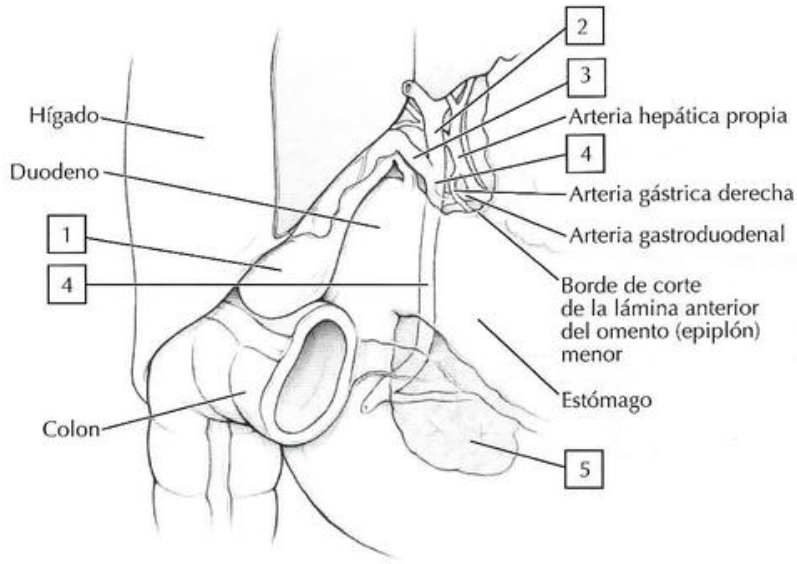
COLOREA las siguientes estructuras de la vesícula biliar y el páncreas, utilizando un color diferente para cada una:

- ☐ **1. Vesícula biliar**
- ☐ **2. Conducto hepático común**
- ☐ **3. Conducto cístico**
- ☐ **4. Conducto colédoco**
- ☐ **5. Páncreas**
- ☐ **6. Ampolla hepatopancreática**
- ☐ **7. Conducto pancreático principal**

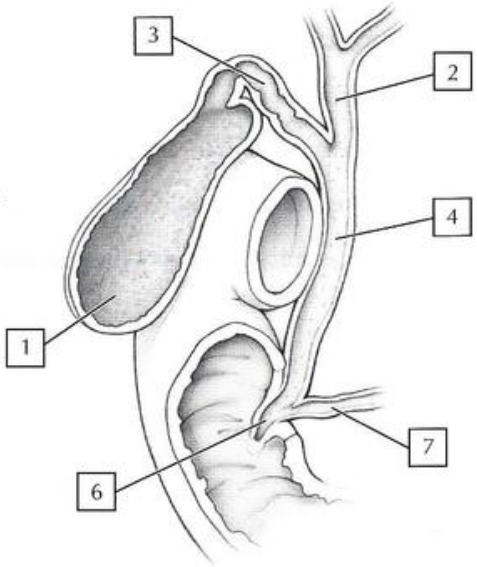
Nota clínica:

Los **cálculos biliares** se producen en un 10-20% de la población en los países desarrollados y por lo general son precipitados de colesterol (monohidrato de colesterol cristalino, 80%) o cálculos de pigmento (sales cálcicas de bilirrubina, 20%). Entre los factores de riesgo se incluyen la edad, obesidad, sexo femenino, pérdida rápida de peso, factores estrogénicos y estasis de la vesícula biliar. El cálculo puede pasar a través del sistema de conductos, recogerse en la vesícula biliar o bloquear los conductos cístico o colédoco, causando inflamación y obstrucción del flujo de bilis.

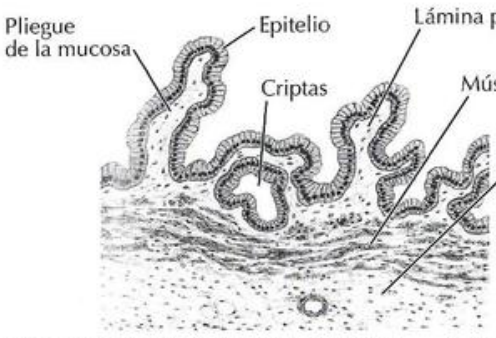
El **cáncer de páncreas** es la quinta causa principal de muerte por cáncer en Estados Unidos. La mayoría de estos cánceres se originan en el páncreas exocrino, y alrededor del 60% se localizan en la cabeza del páncreas (pueden causar ictericia obstructiva). Las metástasis son frecuentes.



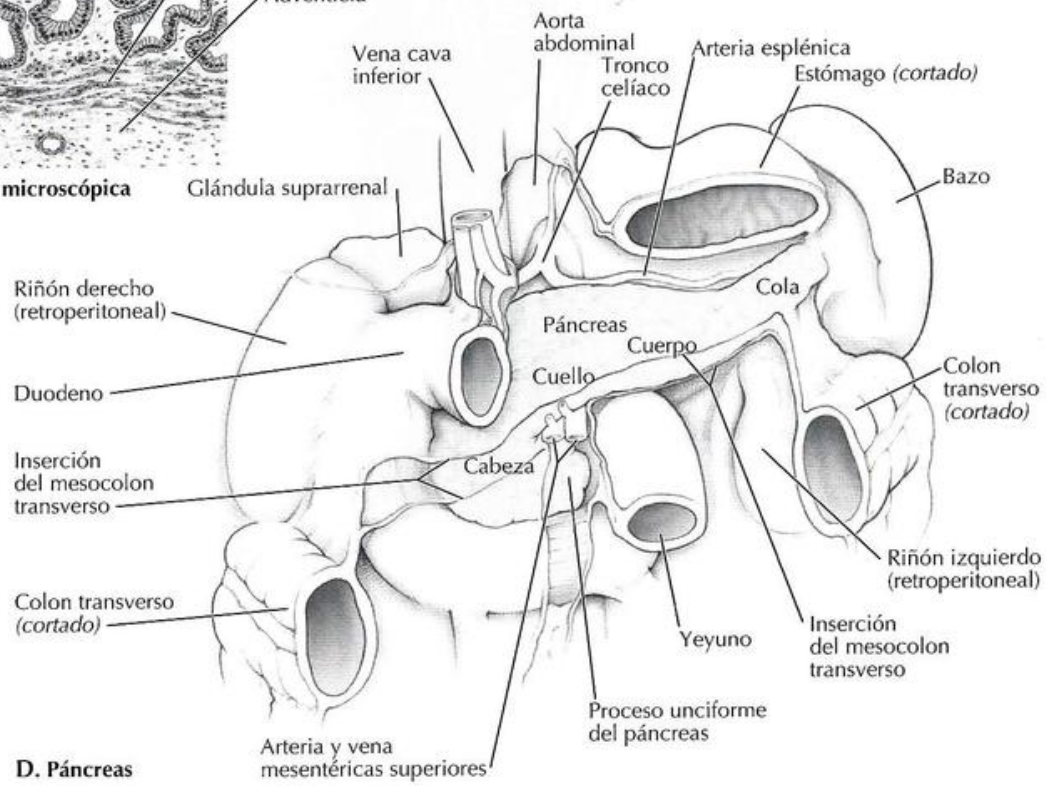
A. Vesícula biliar: visión anterior



B. Sistema de conductos



C. Vesícula biliar: sección microscópica

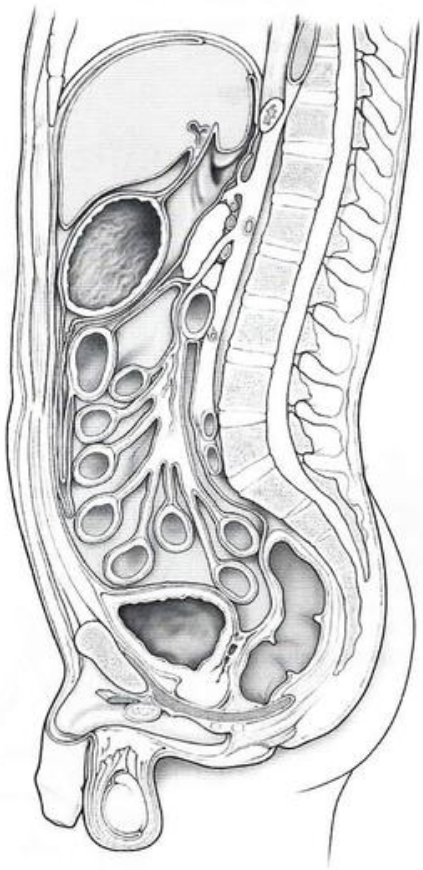


D. Páncreas

PREGUNTAS DE REPASO

Para cada descripción (1-4), colorea o resalta la estructura relevante en la imagen

1. Éste es el mesenterio más extenso de la cavidad abdominopélvica.
2. Este órgano está suspendido del hígado por el ligamento hepatogástrico.
3. Esta porción del intestino delgado es retroperitoneal.
4. Esta estructura retroperitoneal es a la vez un órgano endocrino y exocrino.



5. ¿Cuál de las siguientes estructuras está involucrada en una hernia de hiato?
   A. Duodeno
   B. Vesícula biliar
   C. Yeyuno
   D. Colon sigmoide
   E. Estómago

6. ¿Cuál de las siguientes características es única del colon?
   A. Haustras
   B. Nodulillos linfáticos
   C. Mesenterio
   D. Epitelio cilíndrico simple
   E. Peritoneo visceral

7. Histológicamente, la tríada portal se refiere a la presencia de una rama de la vena porta hepática y la arteria hepática, y ¿cuál de las siguientes estructuras?
   A. Conducto biliar
   B. Vena central
   C. Sinusoide hepático
   D. Cordones de hepatocitos
   E. Células de Kupffer

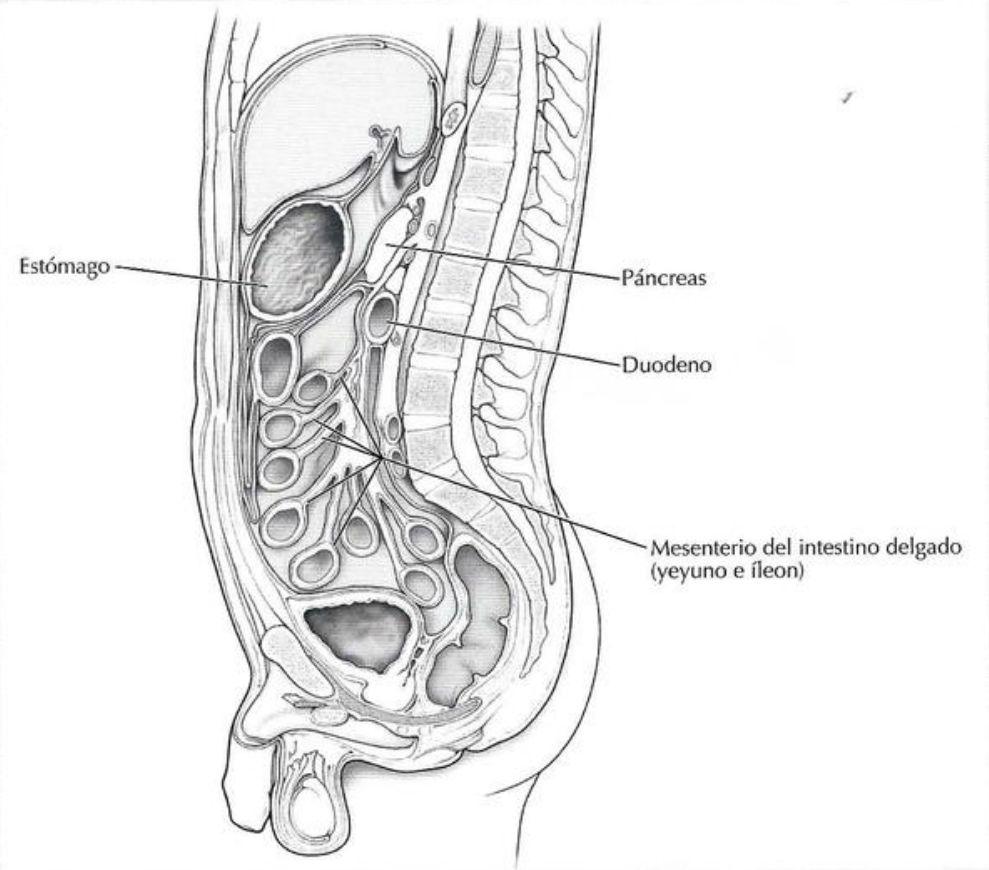
8. El fondo de saco posterior al estómago y anterior al páncreas se conoce por este término: _____

9. ¿En qué porción del tracto gastrointestinal entra la bilis que sale de la vesícula biliar y pasa por el conducto colédoco? _____

10. Cuando el alimento entra en la cavidad bucal y se mezcla con la saliva, ¿qué enzima es secretada por las glándulas serosas de la lengua que ayuda en la digestión? _____

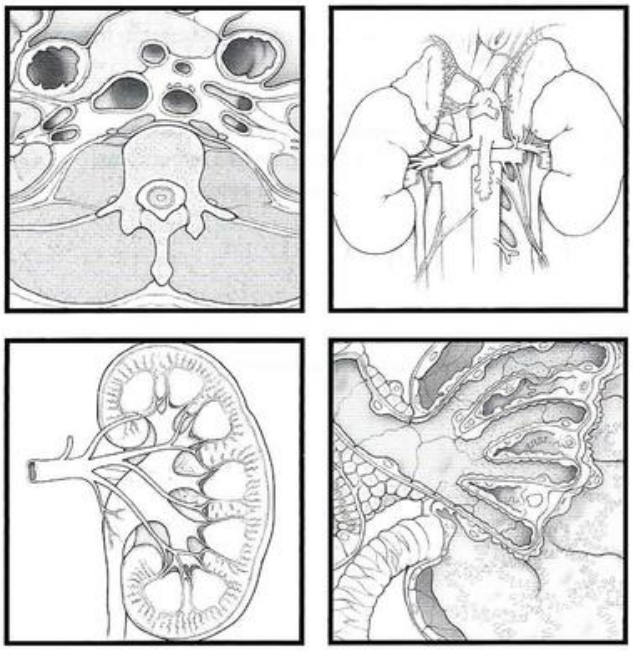
RESPUESTAS

1. Mesenterio del intestino delgado (yeyuno e íleon)
2. Estómago
3. Duodeno
4. Páncreas



5. E
6. A
7. A
8. Bolsa omental
9. Porción descendente (segunda) del duodeno
10. Lipasa lingual

Capítulo 9 **Sistema urinario**



© 2015. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

9 Visión general del sistema urinario

El sistema urinario incluye los siguientes componentes:

- **Riñones:** órganos retroperitoneales pares que filtran el plasma y producen la orina; están localizados en una posición alta en la pared posterior del abdomen justo anterior a los músculos de la pared posterior
- **Uréteres:** discurren retroperitonealmente desde los riñones hasta la pelvis y transportan la orina a la vejiga urinaria
- **Vejiga urinaria:** se sitúa subperitonealmente en la parte anterior de la pelvis, almacena la orina y, en su caso, descarga la orina a través de la uretra
- **Uretra:** discurre desde la vejiga urinaria hasta el exterior

Los riñones realizan las siguientes funciones:

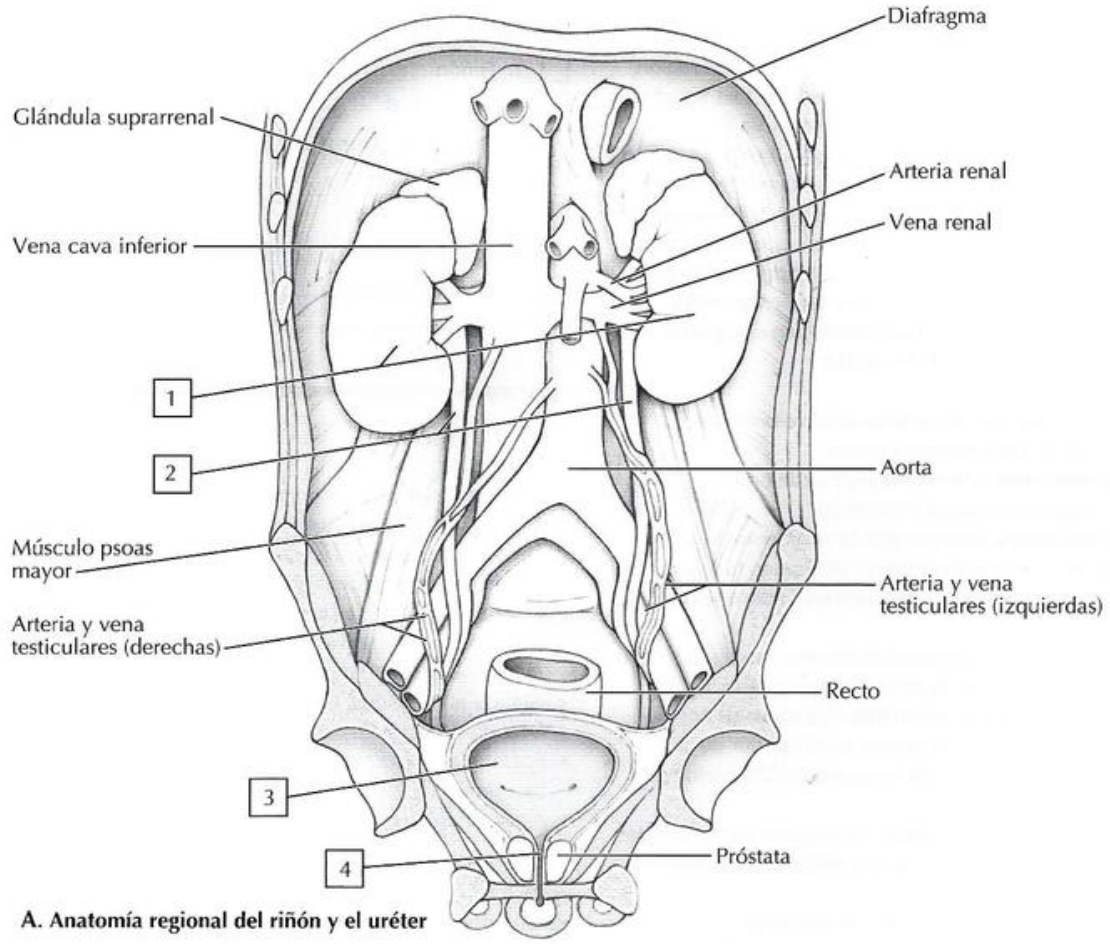
- Filtrar el plasma e iniciar el proceso de formación de la orina
- Reabsorber electrolitos importantes, moléculas orgánicas, vitaminas y agua del filtrado
- Excretar desechos metabólicos, metabolitos y sustancias químicas extrañas, como los fármacos
- Regular el volumen de líquido, la composición y el pH
- Secretar hormonas que regulan la presión sanguínea, la eritropoyesis y el metabolismo del calcio
- Transportar la orina a los uréteres, que luego conducen la orina a la vejiga urinaria

Los riñones filtran aproximadamente 180 l de líquido cada día a través de un ovillo de capilares conocidos como **glomérulo,** el cual libera luego el filtrado a un sistema de túbulos que, junto con el glomérulo, se denominan **nefrona.** Cada riñón tiene alrededor de 1,25 millones de nefronas, que son las unidades funcionales del riñón. Macroscópicamente, cada riñón mide unos 12 cm de largo × 6 cm de ancho × 3 cm de espesor y pesa alrededor de 150 g, aunque la variabilidad es frecuente. Aproximadamente el 20% de la sangre bombeada por el corazón pasa al riñón cada minuto para la filtración del plasma, aunque la mayoría del líquido y los constituyentes importantes del plasma son devueltos a la sangre a medida que el filtrado desciende por los túbulos de la nefrona.

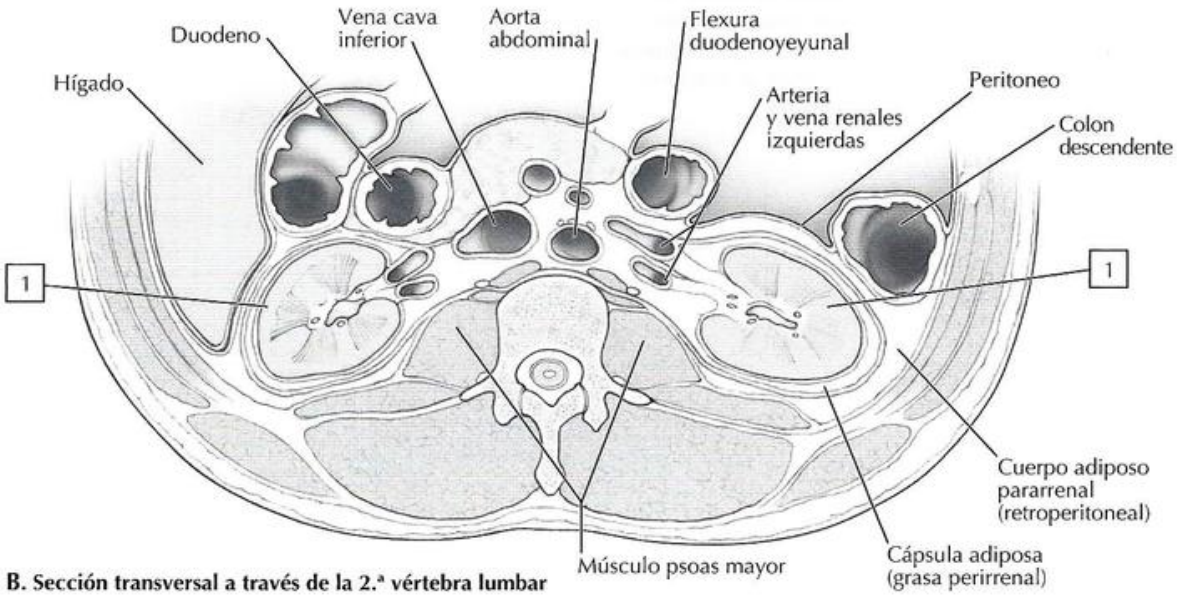
Cada uréter tiene unos 24-34 cm de largo, se encuentra en una posición retroperitoneal y contiene una pared gruesa de músculo liso. La vejiga urinaria sirve como un depósito para la orina y es una «bolsa» muscular que expulsa la orina, cuando procede. La uretra en la mujer es corta (3-5 cm) y en el varón es larga (unos 20 cm). La uretra masculina discurre a través de la próstata, el esfínter externo de la uretra y el cuerpo esponjoso del pene (v. lámina 10-8).

COLOREA cada una de las siguientes estructuras, utilizando un color diferente para cada estructura:

- ☐ **1. Riñón**
- ☐ **2. Uréter**
- ☐ **3. Vejiga urinaria**
- ☐ **4. Uretra**



A. Anatomía regional del riñón y el uréter



B. Sección transversal a través de la 2.ª vértebra lumbar

9 Riñón

Cada riñón está encerrado en una **cápsula fibrosa** y, cuando se observa internamente, muestra una **corteza renal** (capa externa) diferente de la **médula renal** (capa interna).
Las nefronas se localizan en la corteza externa y en una región yuxtamedular, o parte más profunda de la corteza. Los **túbulos renales** de las nefronas corticales se extienden sólo a una corta distancia en la médula, mientras que los túbulos de las nefronas yuxtamedulares se extienden profundamente dentro de la médula. La médula renal se caracteriza por la presencia de 8 a 15 **pirámides renales** (grupos de túbulos), que se estrechan hacia su vértice para formar la papila renal, donde la orina gotea en un **cáliz menor.** Varios cálices menores forman un **cáliz mayor,** y varios cálices mayores desembocan en una **pelvis renal** única y la porción proximal del **uréter.**

Cada riñón está irrigado por una arteria renal voluminosa, que luego se divide en las siguientes ramas:

- **Arterias segmentarias:** una arteria para cada uno de los aproximadamente cinco segmentos
- **Arterias interlobulares:** de cada arteria segmentaria se originan varias y discurren entre las pirámides renales, ascendiendo hacia la corteza y arqueándose sobre la base de cada pirámide
- **Arterias arqueadas:** las porciones terminales arqueadas de las arterias interlobulares en la base de cada pirámide renal
- **Arterias interlobulillares o corticales radiadas:** se originan de las arterias arqueadas y ascienden en el interior de la corteza renal (el 90% del flujo de sangre del riñón perfunde la corteza renal)
- **Arteriolas glomerulares aferentes:** se originan de las arterias interlobulillares y pasan (cada una) al glomérulo de la nefrona para formar el ovillo capilar glomerular
- **Arteriolas glomerulares eferentes:** los capilares glomerulares de las nefronas yuxtamedulares se reúnen para formar arteriolas eferentes que descienden hacia el interior de la médula y forman el sistema de contracorriente de **vasos rectos** y una red capilar peritubular (mantienen un gradiente osmótico para la función tubular; v. lámina 9-3)

COLOREA cada una de las siguientes estructuras del riñón, utilizando un color diferente para cada una:

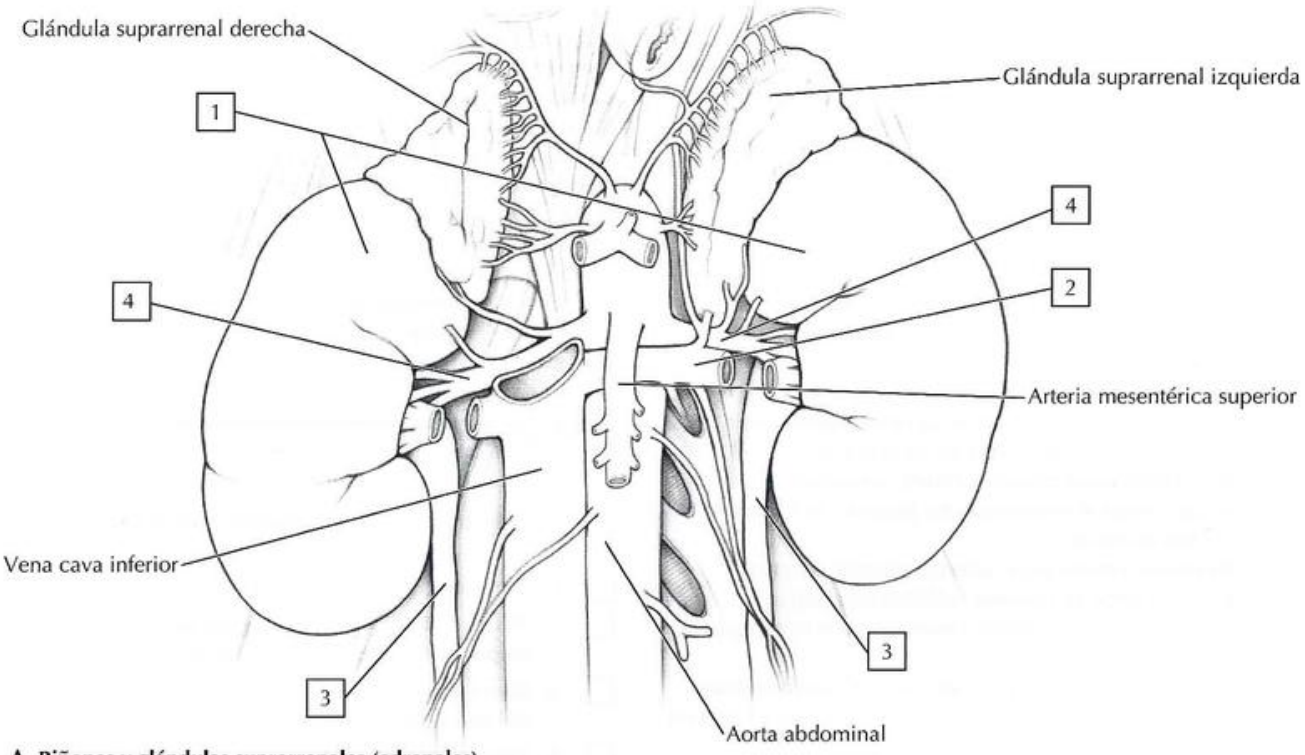
- ☐ **1. Riñón**
- ☐ **2. Vena renal**
- ☐ **3. Porción proximal del uréter**
- ☐ **4. Arteria renal**
- ☐ **5. Corteza renal**
- ☐ **6. Pirámides renales (médula)**
- ☐ **7. Cálices menores**
- ☐ **8. Cálices mayores**
- ☐ **9. Pelvis renal**

Nota clínica:
Los precipitados en el riñón pueden formar **cálculos renales** (nefrolitiasis) que pueden entrar en el sistema colector urinario y causar un cólico renal (el dolor lumbar puede irradiar a la ingle) y potencialmente obstruir el flujo de orina. Alrededor del 12% de la población de Estados Unidos tendrá cálculos renales, que son de dos a tres veces más frecuentes en los varones y relativamente poco comunes en los afroamericanos y asiático-americanos. Los tipos de cálculos incluyen:

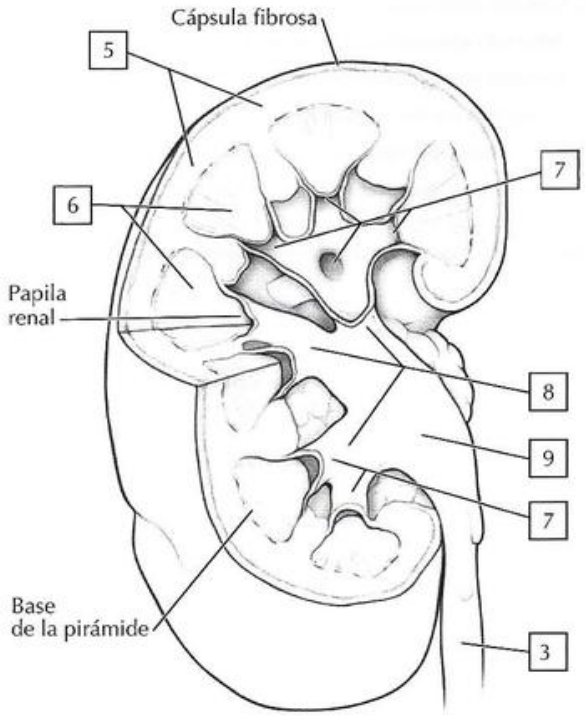
- Oxalato (fosfato) de calcio: alrededor del 75% de los cálculos
- Fosfato amónico magnésico: alrededor del 15% de los cálculos
- Acido úrico o cistina: alrededor del 10% de los cálculos

Cuando el cálculo renal pasa a través del cáliz mayor y la pelvis renal hacia el uréter, es más probable que obstruya el flujo en uno de estos tres lugares (o los tres):

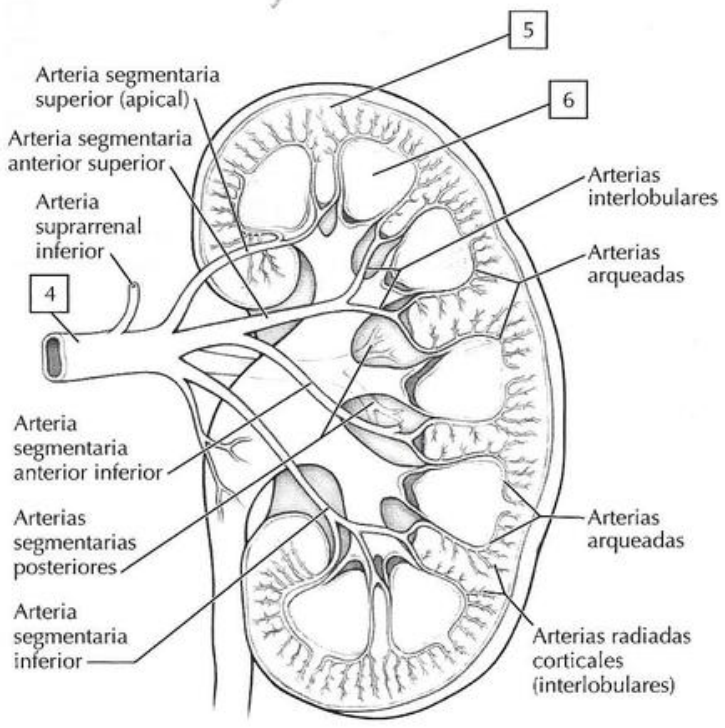
- Unión entre la pelvis renal y la porción proximal del uréter
- En el uréter, cuando cruza los vasos ilíacos comunes (hacia la mitad del uréter)
- En la unión ureterovesical, cuando el uréter pasa a través de la pared muscular de la vejiga urinaria



A. Riñones y glándulas suprarrenales (adrenales)



B. Riñón derecho seccionado en varios planos, exponiendo el parénquima y la pelvis renal



C. Sección frontal del riñón izquierdo: visión anterior

9 Nefrona

Las nefronas difieren un poco en su estructura dependiendo de su localización; las **nefronas corticales** tienen sus glomérulos en la parte superior o media de la corteza y generalmente tienen **asas de Henle** (túbulos que diluyen la orina pero no la concentran) cortas, en oposición a las **nefronas yuxtamedulares,** que tienen asas de Henle largas que se extienden profundamente en el interior de la médula. Las nefronas yuxtamedulares representan sólo alrededor del 10-15% de las nefronas totales en el riñón y son importantes para la concentración de la orina.

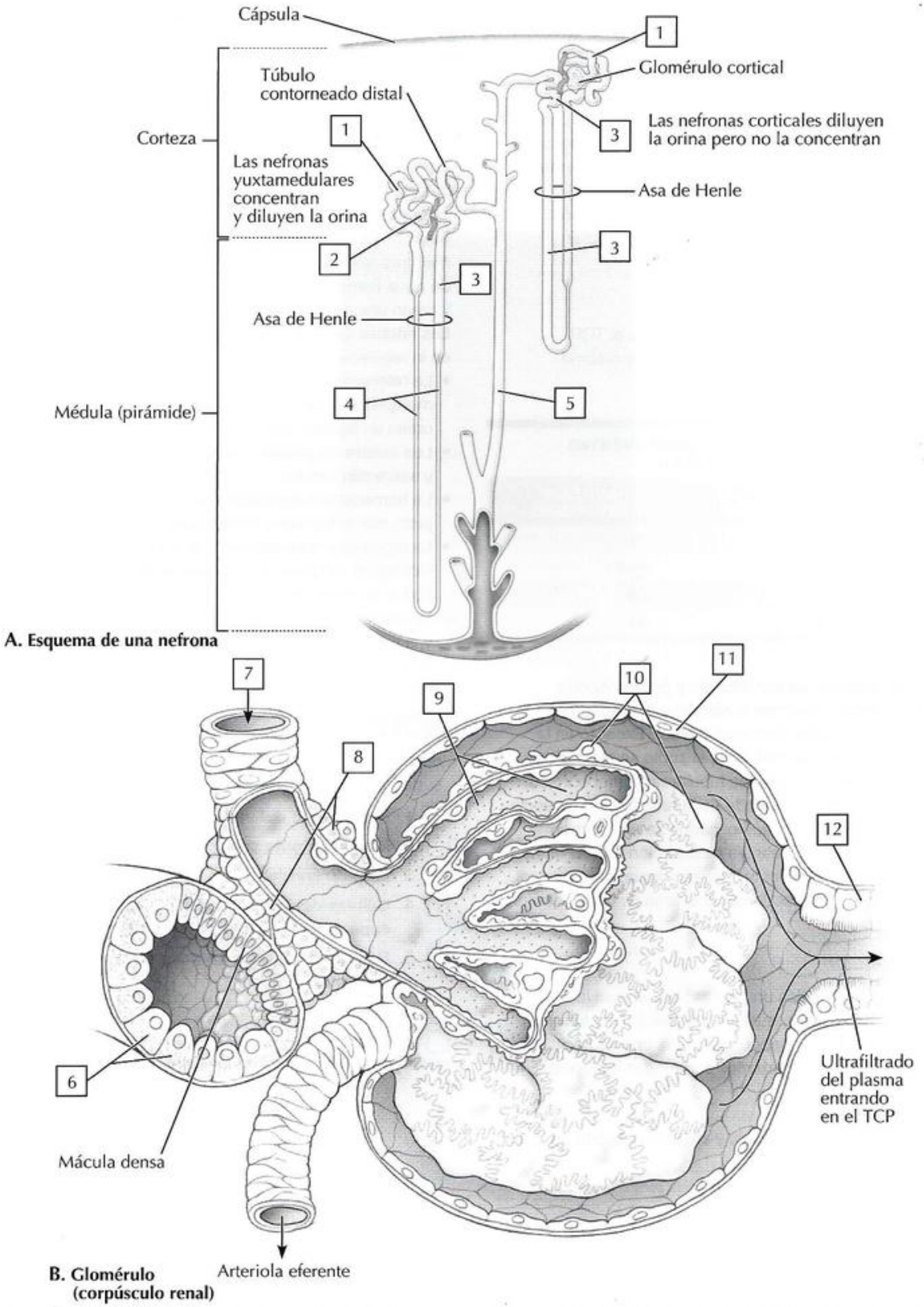
Cada nefrona, que es la unidad funcional del riñón que produce el ultrafiltrado del plasma sanguíneo y finalmente forma la orina, se compone de los siguientes elementos:

- **Glomérulo:** un ovillo capilar formado por la arteriola glomerular aferente, que está encerrado en la **cápsula glomerular (de Bowman)** y es responsable de filtrar el plasma
- **Túbulo contorneado proximal (TCP):** conectado a la cápsula glomerular, recibe el ultrafiltrado del plasma y lo conduce hacia el asa de Henle
- **Asa de Henle:** consta de un solo túbulo largo de grosor variable y revestido por células epiteliales que están involucradas en la reabsorción y secreción a lo largo de todo el túbulo
- **Túbulo contorneado distal (TCD):** recibe el líquido tubular restante del asa de Henle, controla su osmolaridad y conduce el líquido hacia el túbulo colector
- **Túbulo colector:** extremo terminal de la nefrona donde la concentración final de la orina sufre un «ajuste fino» antes de que sea conducida a los cálices menores

El glomérulo filtra el plasma. Este ultrafiltrado está desprovisto de células y prácticamente de todas las proteínas (a menos que sean más pequeñas en tamaño que la albúmina). El endotelio del glomérulo es fenestrado, pero impide el paso de los eritrocitos. Los **podocitos** envuelven al endotelio fenestrado e impiden que las proteínas se filtren. Al lado de la arteriola glomerular aferente que lleva sangre hacia el glomérulo hay una especialización de la pared del TCD denominada **mácula densa,** que controla la concentración de NaCl en el líquido del TCD y, si baja, estimula la liberación de **renina** por las células yuxtaglomerulares que finalmente provoca un aumento de la angiotensina II y la aldosterona (sistema renina-angiotensina-aldosterona [RAA]). Estas hormonas estimulan la reabsorción de NaCl y agua por la nefrona (la angiotensina II actúa sobre el túbulo proximal y la aldosterona actúa sobre el túbulo colector). Las células yuxtaglomerulares adyacentes a la mácula densa del TCD también controlan la presión sanguínea en la arteriola glomerular aferente y, si baja, liberan renina para elevar la presión arterial a través del sistema RAA y la actividad simpática.

COLOREA los siguientes elementos de la nefrona, utilizando los colores sugeridos para cada uno:

- ☐ **1. Túbulo proximal: segmentos contorneado y recto (azul)**
- ☐ **2. Glomérulo yuxtamedular (lila)**
- ☐ **3. Porción distal (ascendente) del asa de Henle (segmento grueso y TCD) (naranja)**
- ☐ **4. Segmento delgado (descendente y ascendente) del asa de Henle (verde)**
- ☐ **5. Túbulo colector (gris)**
- ☐ **6. Células que revisten el TCD (naranja)**
- ☐ **7. Arteriola glomerular aferente (rojo)**
- ☐ **8. Células yuxtaglomerulares (lila)**
- ☐ **9. Endotelio de los capilares glomerulares (amarillo)**
- ☐ **10. Podocitos (marrón)**
- ☐ **11. Cápsula glomerular (de Bowman) (verde)**
- ☐ **12. Epitelio del TCP (azul)**


Cápsula
1
Glomérulo cortical
Túbulo contorneado distal
Corteza
1
Las nefronas yuxtamedulares concentran y diluyen la orina
3
Las nefronas corticales diluyen la orina pero no la concentran
Asa de Henle
2
3
3
Asa de Henle
Médula (pirámide)
4
5
A. Esquema de una nefrona
7
9
10
11
8
12
6
Ultrafiltrado del plasma entrando en el TCP
Mácula densa
B. Glomérulo (corpúsculo renal)
Arteriola eferente

9 Función tubular renal

Filtración glomerular

El volumen de líquido filtrado por los glomérulos renales por unidad de tiempo se denomina **tasa de filtrado (filtración) glomerular.** Recuerda que en promedio se filtran alrededor de 180 l de líquido por día (125 ml/min) y, dado que la cantidad de plasma de nuestro volumen total de sangre es de unos 3 l, significa que los riñones filtran el plasma sanguíneo alrededor de **60 veces al día.** La cantidad de sangre que entra al glomérulo o la que sale está controlada por mecanismos nerviosos y hormonales que actúan sobre las arteriolas glomerulares aferente y eferente.

Reabsorción tubular

Una vez que el ultrafiltrado del plasma entra en el TCP, es modificado por los túbulos renales, como se resume en la siguiente tabla.

REABSORCIÓN DE VARIOS COMPONENTES DEL ULTRAFILTRADO

SUSTANCIA	CANTIDAD DE FILTRADO/DÍA	PORCENTAJE REABSORBIDO
Agua	180 l	99
Sodio	630 g	99,5
Glucosa	180 g	100
Urea	54 g	44

La reabsorción se produce por difusión y por transporte mediado. Por ejemplo, muchas sustancias se reabsorben en combinación con sodio (cotransportado). Excepto en la rama descendente del asa de Henle, el sodio se reabsorbe activamente en todas las regiones tubulares; la reabsorción de agua es por difusión y depende de la reabsorción de sodio. Alrededor de dos tercios del sodio y agua se reabsorben en el túbulo proximal; de hecho, la reabsorción tubular es generalmente alta para nutrientes, iones y agua, pero menor para los productos de desecho como la urea (v. tabla anterior: 44% de reabsorción).

Secreción tubular

La secreción tubular implica un proceso por el cual las sustancias en los capilares, que son paralelos a los túbulos renales, difunden o son transportadas activamente hacia la luz tubular. Las sustancias importantes secretadas incluyen:

- Iones hidrógeno
- Potasio
- Aniones orgánicos, como colina y creatinina (producto de desecho del músculo)
- Productos químicos extraños

Sodio renal y regulación hídrica

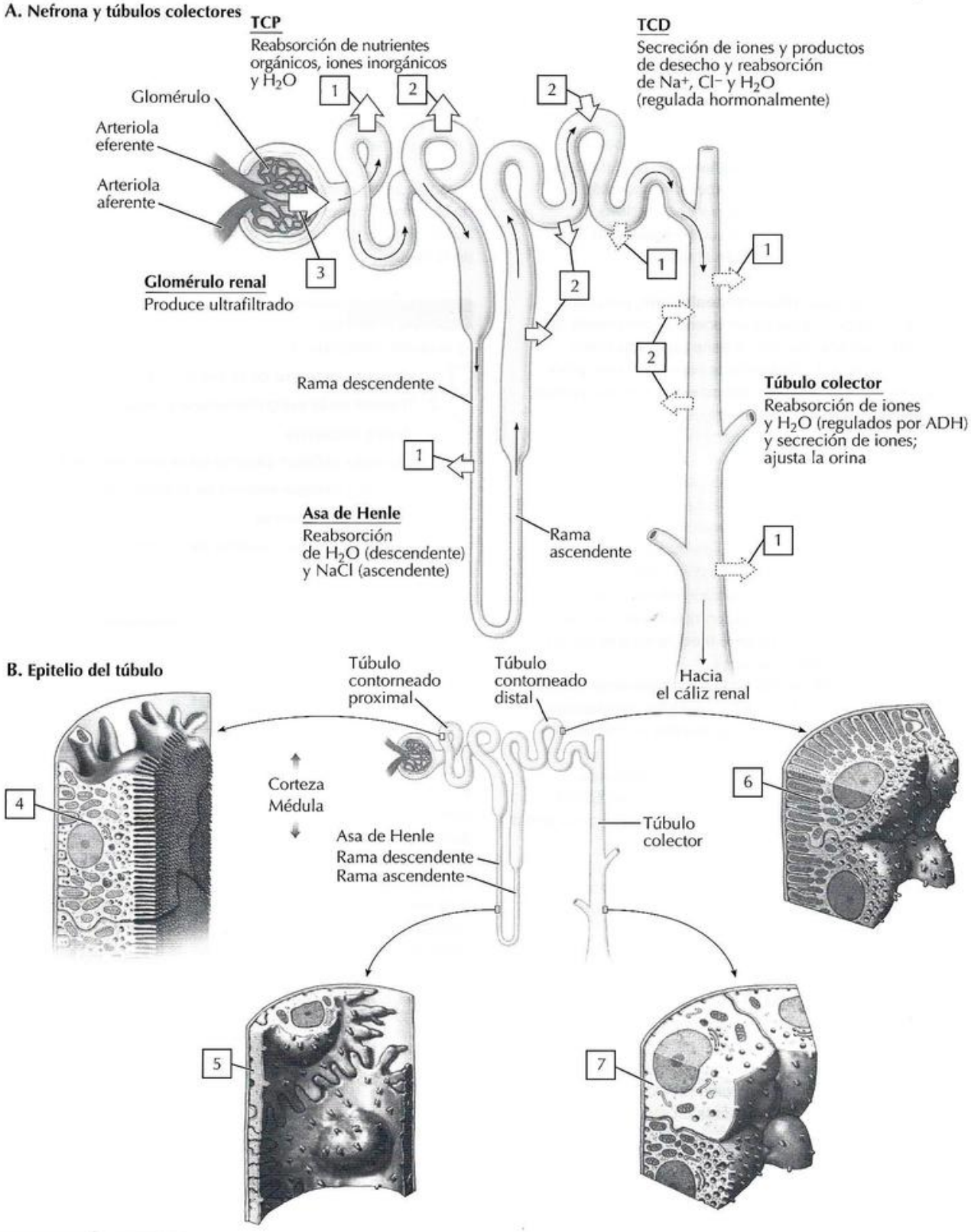
La filtración de sodio está regulada a nivel del glomérulo por el **reflejo barorreceptor,** y su reabsorción está regulada a nivel tubular por la **aldosterona** (secretada por la corteza suprarrenal), que estimula la reabsorción. También intervienen otros factores, pero la reabsorción de agua está ligada al movimiento de sodio hasta que alcanza el sistema de túbulos colectores, donde el agua termina a continuación bajo el control de la **vasopresina** (hormona antidiurética, ADH). Los niveles bajos de ADH producen una orina diluida (excreción de agua), mientras que los niveles altos de ADH activan los canales de agua (denominados **acuaporinas**) que reabsorben el agua y crean una orina concentrada.

Los riñones también desempeñan un papel importante en la regulación de lo siguiente:

- La retención de agua se ve facilitada por la ADH y el sistema multiplicador de contracorriente (vasos rectos renales), que crean un líquido intersticial medular que es hiperosmótico
- Los niveles de potasio, mediante la reabsorción y secreción tubular
- La homeostasis del calcio y la vitamina D, junto con la hormona paratiroidea
- La regulación homeostática de la concentración de iones hidrógeno del plasma (equilibrio ácido-base) junto con el sistema respiratorio
- La regulación de la concentración de bicarbonato y la generación de nuevo bicarbonato mediante la producción y excreción de amonio

COLOREA cada uno de los siguientes elementos dinámicos de la función tubular, utilizando los colores sugeridos para cada elemento:

- ☐ **1. Movimiento del agua (azul)**
- ☐ **2. Movimiento de solutos (amarillo)**
- ☐ **3. Filtrado (verde)**
- ☐ **4. Células del TCP (marrón) (poseen una gran área superficial para la reabsorción)**
- ☐ **5. Células del segmento delgado descendente del asa de Henle**
- ☐ **6. Células del TCD**
- ☐ **7. Células del túbulo colector**


A. Nefrona y túbulos colectores
TCP
Reabsorción de nutrientes orgánicos, iones inorgánicos y H_2O
TCD
Secreción de iones y productos de desecho y reabsorción de Na^+, Cl^- y H_2O (regulada hormonalmente)
Glomérulo
Arteriola eferente
Arteriola aferente
Glomérulo renal
Produce ultrafiltrado
Rama descendente
Asa de Henle
Reabsorción de H_2O (descendente) y NaCl (ascendente)
Rama ascendente
Túbulo colector
Reabsorción de iones y H_2O (regulados por ADH) y secreción de iones; ajusta la orina
B. Epitelio del túbulo
Túbulo contorneado proximal
Túbulo contorneado distal
Hacia el cáliz renal
Corteza
Médula
Asa de Henle
Rama descendente
Rama ascendente
Túbulo colector

9 Vejiga urinaria y uretra

Los cálices y pelvis renales, los uréteres, la vejiga urinaria y la porción proximal de la uretra están revestidos por **epitelio transicional** (urotelio) que tiene la capacidad única de «extenderse» o expandirse cuando las vías de paso o la vejiga urinaria se distienden. Los uréteres están envueltos en músculo liso dispuesto en 3 capas, pero la vejiga está envuelta con músculo liso que se mezcla al azar en su orientación y que se conoce como **músculo detrusor** («que expulsa»). La porción proximal de la uretra en ambos sexos está tapizada con epitelio transicional, que luego da paso a un epitelio cilíndrico seudoestratificado y escamoso estratificado cuando la uretra se abre al exterior.

La vejiga urinaria se sitúa **subperitonealmente,** por detrás de la sínfisis del pubis. La vejiga almacena la orina hasta que es conveniente vaciarla (micción) y tiene capacidad para 800-1.000 ml de orina. El interior de la pared posteroinferior de la vejiga muestra un área lisa denominada **trígono vesical,** delimitado por los dos orificios ureterales superiormente y el orificio interno de la uretra, impar, en la base de la vejiga.

La micción implica varios pasos importantes:
- Normalmente, las fibras nerviosas simpáticas relajan la pared de la vejiga, lo que permite la distensión, y constriñen el esfínter interno de la uretra (músculo liso) situado en el cuello de la vejiga (la mujer no tiene este esfínter interno de la uretra)
- La micción se inicia por la estimulación de receptores de estiramiento en el músculo detrusor, que envían señales aferentes a los niveles S2-S4 de la médula espinal a través de los nervios esplácnicos pélvicos
- Eferentes parasimpáticas (vía esplácnicos pélvicos) inducen una contracción refleja del músculo detrusor, la relajación del esfínter interno en el varón, y aumentan la «necesidad» de orinar
- En el momento oportuno (y a veces no tan oportuno), eferentes somáticas a través del nervio pudendo (S2-S4) causan la relajación voluntaria del esfínter externo de la uretra (ambos sexos) y se produce la micción
- Cuando la vejiga está vacía, se contrae el esfínter externo (en el varón el músculo bulboesponjoso expulsa las últimas gotas de orina de la uretra) y el músculo detrusor se relaja de nuevo bajo control simpático

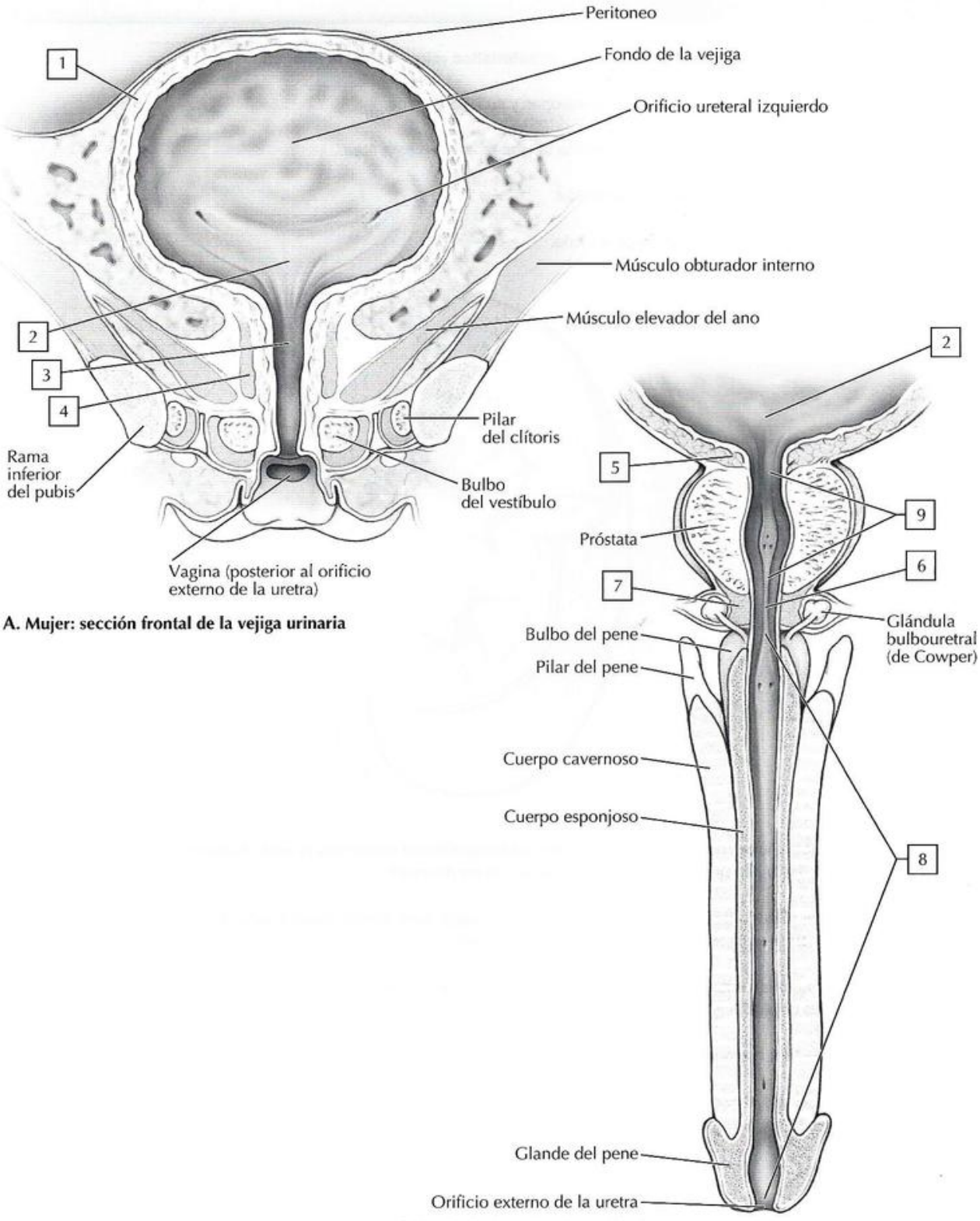
La uretra femenina es corta (3-5 cm), está rodeada por el esfínter externo de la uretra (se mezcla con otro músculo esquelético denominado esfínter uretrovaginal; v. lámina 3-16) y se abre en el vestíbulo de la vagina. La uretra masculina es más larga (unos 20 cm) y descriptivamente se divide en tres partes:
- **Uretra (porción) prostática:** porción proximal de la uretra masculina que discurre a través de la próstata
- **Uretra (porción) membranosa:** porción media, corta, que está envuelta por el esfínter externo de la uretra (músculo esquelético)
- **Uretra (porción) esponjosa (peniana, cavernosa):** discurre a través del bulbo del pene, la porción péndula del pene y el glande del pene para desembocar en el orificio externo de la uretra

En ambos sexos, las glándulas uretrales se abren a la luz de la uretra y lubrican la mucosa (v. lámina 3-16, glándulas bulbouretrales en el varón y glándulas vestibulares mayores en la mujer).

COLOREA los siguientes elementos de la vejiga urinaria y la uretra, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Músculo detrusor de la pared vesical femenina**
- ☐ **2. Trígono en la vejiga femenina y masculina**
- ☐ **3. Uretra femenina**
- ☐ **4. Músculo esfínter externo de la uretra en la mujer**
- ☐ **5. Músculo esfínter interno de la uretra en el varón**
- ☐ **6. Uretra membranosa**
- ☐ **7. Músculo esfínter externo de la uretra en el varón**
- ☐ **8. Uretra esponjosa**
- ☐ **9. Uretra prostática**

Nota clínica:
La **incontinencia de estrés o de esfuerzo** (emisión involuntaria de orina) generalmente se presenta con un aumento de la presión intraabdominal causada por la tos, los estornudos, la defecación o levantar objetos pesados. Normalmente, el mecanismo del esfínter (esfínter de la uretra) es lo suficientemente fuerte para impedir la salida de la orina de la vejiga. Sin embargo, el debilitamiento del mecanismo del esfínter de la vejiga, la vagina y otras estructuras de soporte del suelo pélvico puede conducir a la incontinencia de estrés o de esfuerzo; factores predisponentes son la multiparidad (múltiples partos, lo que lleva a un estiramiento del esfínter durante el parto vaginal), la obesidad, la tos crónica y levantar objetos pesados.



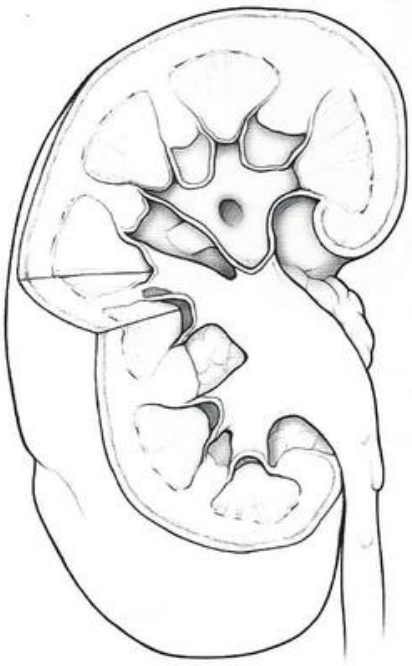
A. Mujer: sección frontal de la vejiga urinaria

B. Suelo de la uretra (masculina)

PREGUNTAS DE REPASO

Para cada descripción (1-4), colorea la estructura o característica relevante en la imagen

1. Esta región del riñón contiene la mayoría de las nefronas y sus glomérulos.
2. La mayoría de los túbulos renales y los vasos rectos se encuentran en esta área.
3. Estas estructuras recogen la orina de cada pirámide.
4. Esta estructura transporta la orina a la vejiga urinaria.

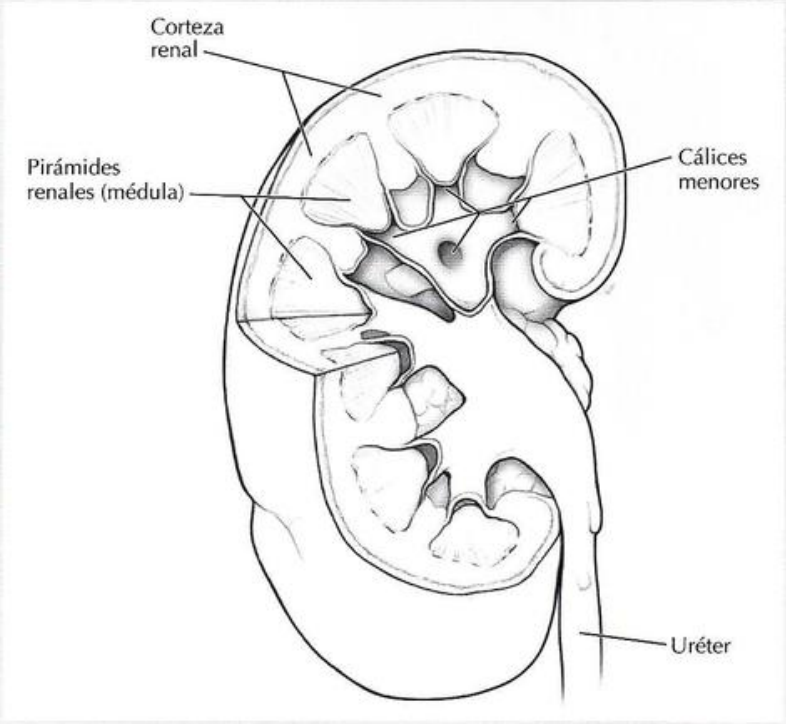


5. Descriptivamente, los riñones no residen dentro de la cavidad peritoneal abdominal ni están suspendidos en un mesenterio. ¿Qué terminología usaría un clínico para describir la localización de los riñones? _____
6. Los cálculos renales pueden descender por el uréter hacia la vejiga, pero pueden quedar alojados en tres puntos principales a lo largo de su viaje hacia la vejiga. ¿Dónde están estos tres puntos? _____
7. A nivel del glomérulo renal, unas células envuelven el glomérulo para impedir el paso de células y proteínas en el filtrado. ¿Cómo se denominan estas células? _____
8. Los altos niveles de esta hormona provocan la retención (reabsorción) de agua en los túbulos colectores: _____
9. ¿Cuáles de los siguientes nervios son críticos para mantener el funcionamiento del esfínter uretral voluntario (esfínter externo) en el varón y deben evitarse, si es posible, durante la cirugía pélvica o perineal?
   A. Femoral
   B. Glúteo inferior
   C. Obturador
   D. Esplácnicos pélvicos
   E. Pudendo

10. ¿Qué porción de la nefrona es fundamental para el control de la osmolaridad del líquido tubular?
    A. Cápsula glomerular (de Bowman)
    B. Túbulo colector
    C. Túbulo contorneado distal
    D. Asa de Henle
    E. Túbulo contorneado proximal

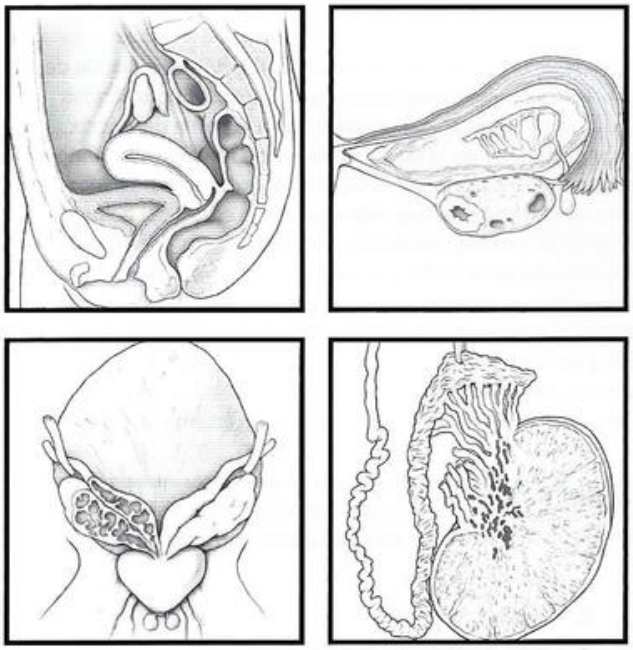
RESPUESTAS

1. Corteza renal
2. Pirámides renales (médula)
3. Cálices menores
4. Uréter



5. Los riñones son órganos retroperitoneales.
6. En la unión de la pelvis renal y el uréter, en el punto donde el uréter cruza los vasos ilíacos comunes y en la unión ureterovesical cuando pasa a través de la pared muscular de la vejiga urinaria.
7. Podocitos
8. Hormona antidiurética (ADH; también denominada vasopresina)
9. E
10. C

Capítulo 10 **Sistema genital**



© 2015. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

10 Visión general del sistema genital femenino

El sistema genital (reproductor) femenino está compuesto por las siguientes estructuras:

- **Ovarios:** las dos gónadas del sistema genital femenino; producen las células germinales femeninas denominadas ovocitos (óvulos, huevos) y secretan las hormonas **estrógenos** y **progesterona**
- **Trompas uterinas (de Falopio u oviductos):** dos tubos que se extienden desde las paredes superolaterales del útero y desembocan como embudos franjeados en la cavidad pélvica adyacente al ovario (para «capturar» el ovocito ovulado)
- **Útero:** un órgano hueco muscular (músculo liso) en forma de pera que protege y nutre al feto en desarrollo
- **Vagina:** un tubo distensible musculoelástico (también denominado canal del parto) de unos 8-9 cm de largo que se extiende desde el cuello uterino (cérvix) hasta el vestíbulo de la vagina

Los órganos genitales femeninos se resumen en la siguiente tabla.

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Ovario	Suspendido entre el ligamento suspensorio del ovario (contiene vasos, nervios y linfáticos ováricos) y el ligamento propio del ovario (unido al útero)
Trompa uterina (de Falopio)	Discurre por el mesosálpinx del ligamento ancho del útero, que suspende la trompa y el ovario y se refleja en el útero
Útero	Consta de cuerpo (fondo e istmo) y cuello (cérvix); está sostenido por el diafragma pélvico y ligamentos
Vagina	Incluye el fórnix, un receso alrededor del cuello del útero que protruye

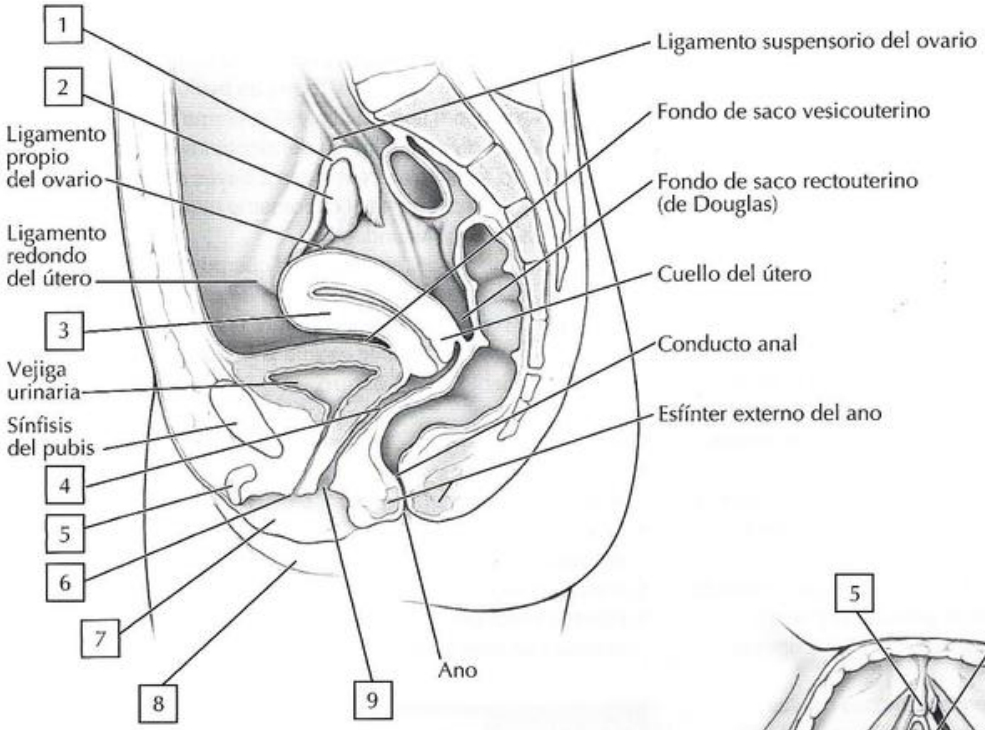
Los ovarios están suspendidos de las paredes laterales de la pelvis por el **ligamento suspensorio del ovario** (contiene los elementos vasculonerviosos del ovario) y sujetos al útero medialmente por el **ligamento propio del ovario.** El útero, las trompas uterinas y los ovarios también están sostenidos por el **ligamento ancho del útero,** una especie de «mesenterio» formado por peritoneo que se refleja en las paredes de la pelvis y pasa rápidamente a abrazar estas estructuras viscerales, no muy diferente de los mesenterios del intestino. Estas características se resumen en la siguiente tabla.

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Ligamento ancho del útero	Incluye el mesoovario (envuelve al ovario), el mesosálpinx (envuelve a la trompa uterina) y el mesometrio (resto del ligamento)
Ovarios	Suspendidos entre el ligamento suspensorio del ovario desde la pared pélvica y unidos al útero por el ligamento propio del ovario
Trompas uterinas (de Falopio)	Constan de un extremo franjeado (recoge el ovocito en la ovulación), infundíbulo, ampolla, istmo y porción uterina
Ligamentos cervicales transversos (cardinales o de Mackenrodt)	Son condensaciones fibromusculares de la fascia pélvica que sostienen el útero
Ligamentos rectouterinos (uterosacros)	Se extienden desde los lados del cuello uterino hasta el sacro, sostienen el útero y se sitúan por debajo del peritoneo (pliegue rectouterino)

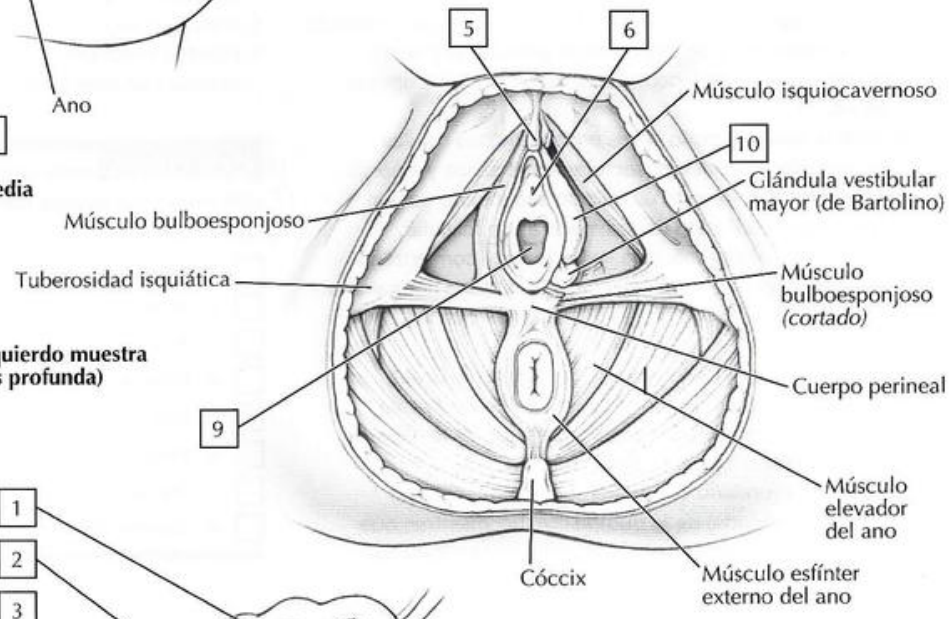
El periné es una región en forma de rombo que se extiende desde la sínfisis del pubis lateralmente hasta las dos tuberosidades isquiáticas y luego posteriormente hasta la punta del cóccix. La mitad anterior de la región en forma de rombo es el **triángulo urogenital** e incluye la vulva o genitales externos femeninos. Unos labios mayores, que cubren el tejido eréctil del bulbo del vestíbulo, rodean los labios menores, que delimitan la **vulva** y los orificios de la uretra y la vagina. El tejido eréctil del clítoris (pilar, cuerpo y glande) marca los dos límites laterales del triángulo urogenital que se sitúan a lo largo de la rama isquiopubiana y se unen anteriormente, en la sínfisis del pubis. Esta región está inervada por el **nervio pudendo** (ramos somáticos de S2-S4) e irrigada por ramas de la **arteria pudenda interna** (v. lámina 5-15).

COLOREA las siguientes estructuras del sistema genital femenino, utilizando un color diferente para cada una:

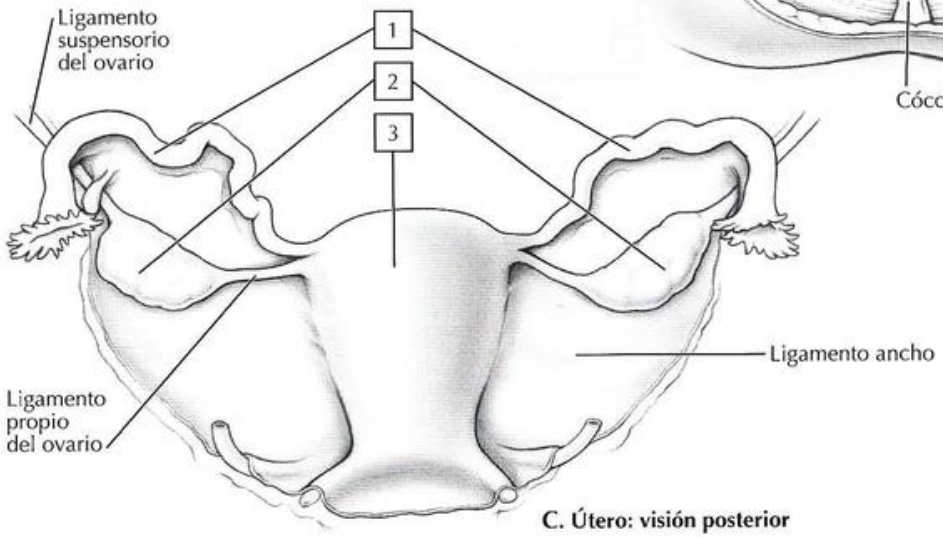
- ☐ **1. Trompa uterina**
- ☐ **2. Ovario**
- ☐ **3. Útero (fondo, cuerpo y cuello uterino)**
- ☐ **4. Vagina**
- ☐ **5. Clítoris (pilar, cuerpo y glande)**
- ☐ **6. Orificio externo de la uretra**
- ☐ **7. Labios menores**
- ☐ **8. Labios mayores**
- ☐ **9. Orificio vaginal**
- ☐ **10. Bulbo del vestíbulo (tejido eréctil)**



A. Cavidad pélvica: sección sagital media



B. Periné (el lado izquierdo muestra una disección más profunda)



C. Útero: visión posterior

10 Ovarios y trompas uterinas

Los ovarios se desarrollan retroperitonealmente en la parte alta de la pared posterior del abdomen y, como los testículos, descienden durante el crecimiento fetal hacia la cavidad pélvica, donde quedan envueltos dentro del **ligamento ancho del útero** y están suspendidos entre la pared lateral de la pelvis y el útero medialmente. Al nacer, los ovarios contienen varios millones de ovocitos (no se formarán nuevos), pero la gran mayoría nunca madurarán totalmente; sólo alrededor de 500 llegarán a alcanzar la madurez y finalmente a ser ovulados, mientras que el resto degenerarán.

La secuencia de eventos en el ovario que culminan con la ovulación de un ovocito maduro (óvulo) incluye:

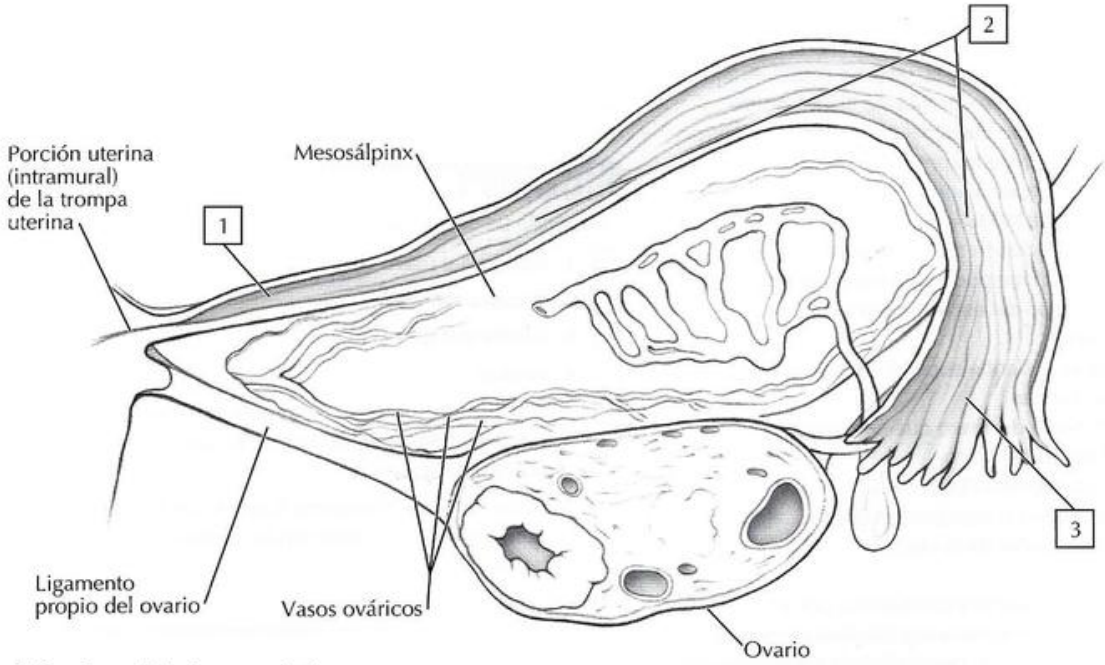
1. Durante el desarrollo fetal, las ovogonias (futuros huevos) se convierten en ovocitos primarios y comienzan su primera división meiótica, pero permanecen paradas en este estado hasta la pubertad.
2. En la pubertad, sólo los folículos primordiales que finalmente madurarán completan su primera división meiótica para formar un ovocito secundario.
3. El ovocito secundario reside en un folículo primario, rodeado por una capa única de células de la granulosa, y luego empieza a crecer para convertirse en un folículo primario maduro.
4. A medida que el ovocito crece en tamaño, las células de la granulosa proliferan (secretan estrógenos y algo de progesterona), formando un folículo secundario con un espacio lleno de líquido denominado antro folicular.
5. Unos 10-20 de tales folículos «preantrales» comienzan a madurar al inicio de cada ciclo menstrual, pero normalmente sólo 1 se convierte en dominante, mientras que los demás degeneran.
6. El folículo maduro, denominado folículo de De Graaf, empieza a abombarse bajo la superficie de la cápsula ovárica y finalmente ovula, mediante rotura de la cápsula, alrededor del día 14 del ciclo.
7. El ovocito secundario es «capturado» por el extremo franjeado (fimbriado) de la trompa uterina, mientras que las células de la granulosa que quedan en la superficie del ovario se agrandan y forman una estructura de aspecto glandular denominada cuerpo lúteo (secreta estrógenos, progesterona e inhibina).
8. El cuerpo lúteo dura unos 10 días y luego degenera, a menos que el ovocito sea fecundado.
9. Si es fecundado, el ovocito secundario completa su segunda división meiótica y forma un óvulo (huevo), los 23 cromosomas del óvulo y el esperma se combinan y se inicia la división mitótica del cigoto (óvulo fecundado).
10. El embrión se desplaza entonces a través de la trompa uterina y se implanta en el endometrio uterino alrededor del 5.º día tras la fecundación.
11. Durante el inicio del embarazo, el cuerpo lúteo mantiene el embarazo mediante la secreción de estrógenos y progesterona, y luego regresa entre el 2.º y el 3.er mes, a medida que la placenta asume la función de mantenimiento del embarazo.

Las trompas uterinas se dividen en los siguientes segmentos:

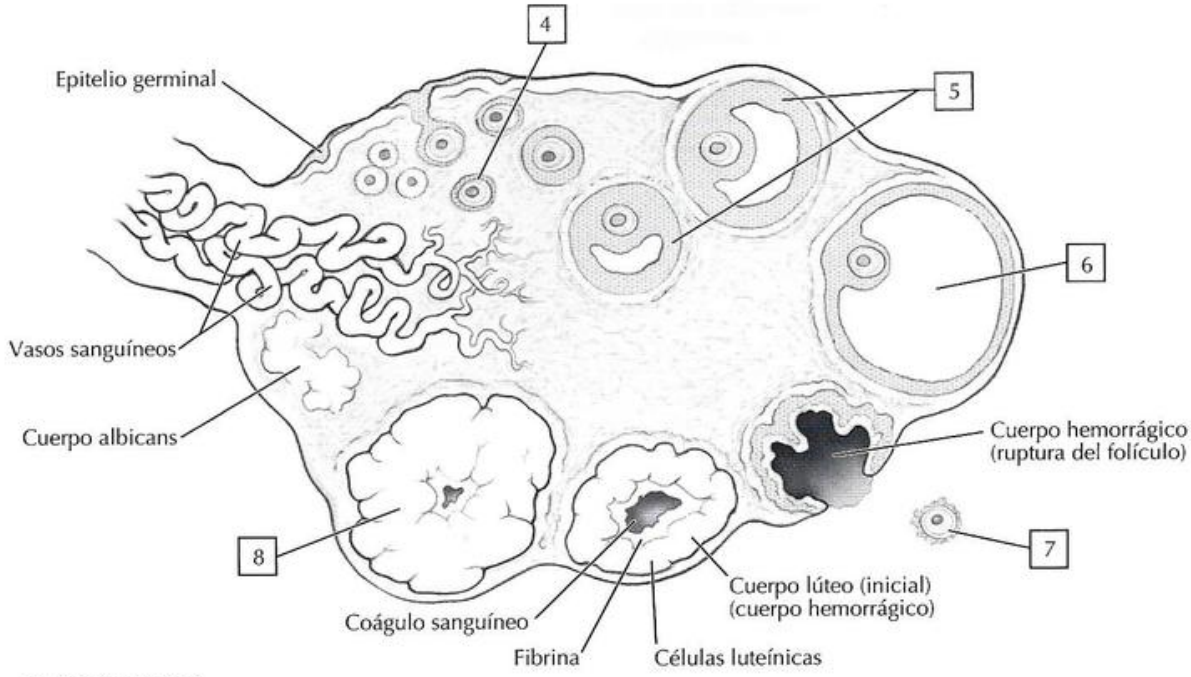
- Infundíbulo y su extremo franjeado (fimbriado): envuelve el ovario para capturar el ovocito ovulado
- Ampolla: el siguiente segmento, donde por lo general se produce la fecundación
- Istmo: un segmento estrecho medial del tubo
- Porción intramural (uterina): se encuentra dentro de la pared uterina y se abre en la cavidad uterina

COLOREA cada una de las siguientes estructuras del ovario y la trompa uterina, utilizando un color diferente para cada una:

- ☐ **1. Istmo**
- ☐ **2. Ampolla**
- ☐ **3. Extremo franjeado (fimbriado) del infundíbulo**
- ☐ **4. Folículo primario**
- ☐ **5. Folículos secundarios**
- ☐ **6. Folículo maduro (de De Graaf)**
- ☐ **7. Ovocito ovulado**
- ☐ **8. Cuerpo lúteo maduro**



A. Porciones de la trompa uterina



B. Ovario maduro

10 Útero y vagina

Útero

El útero (matriz) es un órgano en forma de pera suspendido en el **ligamento ancho del útero** (mesometrio) y sujetado lateralmente por sus conexiones con las trompas uterinas y por el ligamento propio del ovario y su unión al ovario. Además, reflejándose desde su cara anterolateral está el **ligamento redondo del útero,** un vestigio distal del gubernáculo femenino (el vestigio proximal es el ligamento propio del ovario unido al ovario), que tira del ovario hacia abajo, desde su lugar de desarrollo en la pared posterior del abdomen, hacia el interior de la pelvis. El ligamento redondo del útero pasa a través del conducto inguinal y termina como una banda fibroadiposa en el labio mayor (homólogo del escroto masculino).
El útero tiene varias partes:

- **Fondo:** la parte que se extiende superiormente a las uniones de las dos trompas uterinas
- **Cuerpo:** la porción media del útero que se estrecha inferiormente en el cuello del útero
- **Cuello (cérvix):** el «cuello» del útero; se sitúa subperitonealmente, tiene un conducto endocervical estrecho y se abre en la parte superior de la vagina

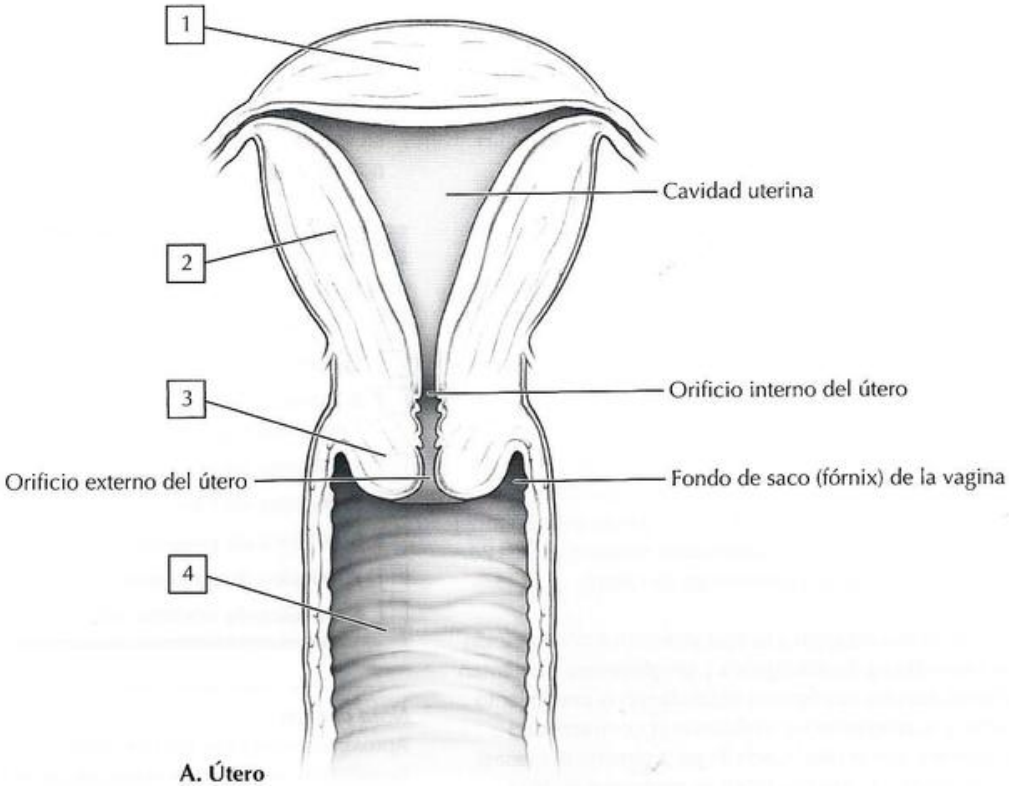
La pared del útero está recubierta internamente por el **endometrio,** que prolifera de manera significativa durante la primera mitad del ciclo menstrual, preparándose para la posible implantación de un embrión, y, si no se produce la fecundación, degenera y se desprende durante los 3-5 días de la **menstruación,** que marca el inicio del siguiente ciclo menstrual. La capa media de la pared uterina es el **miometrio,** una capa gruesa de músculo liso, y la capa externa es el **perimetrio,** una capa serosa (revestimiento peritoneal visceral).

Vagina

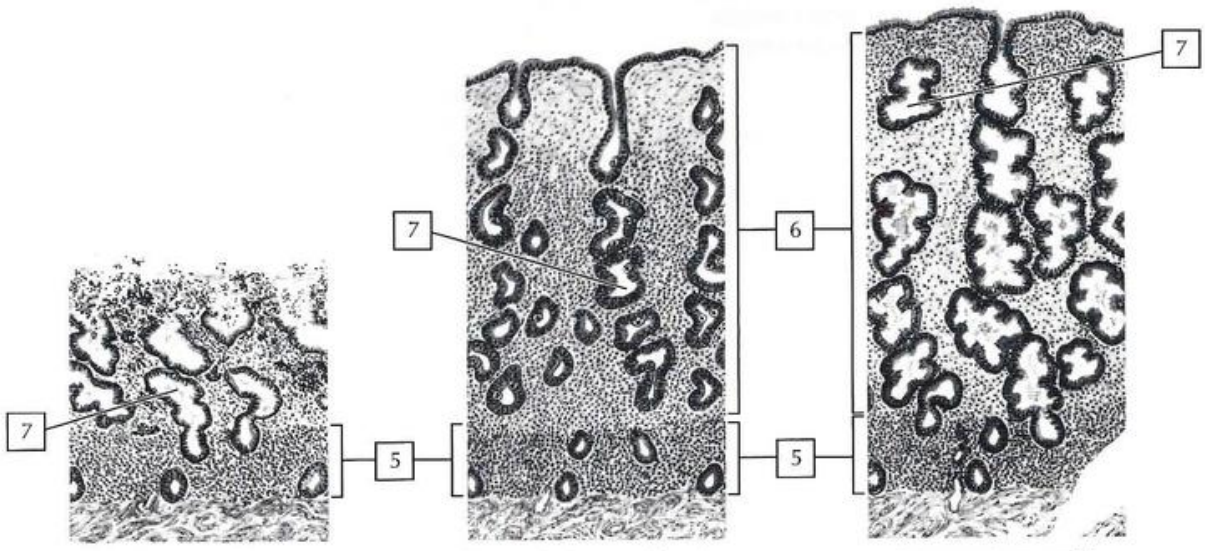
La vagina es un tubo musculoelástico que se extiende desde el cuello del útero hasta su desembocadura en el vestíbulo de la vagina. La luz está revestida por un epitelio escamoso estratificado no queratinizado que está lubricado por moco de las glándulas cervicales.

COLOREA las siguientes estructuras del útero y la vagina, utilizando un color diferente para cada una:

- ☐ **1. Fondo del útero**
- ☐ **2. Cuerpo del útero**
- ☐ **3. Cuello del útero**
- ☐ **4. Vagina**
- ☐ **5. Capa (estrato) basal (regenera una nueva capa funcional después de la menstruación) del endometrio**
- ☐ **6. Capa (estrato) funcional (capa superficial gruesa que prolifera y se desprende durante la menstruación) del endometrio**
- ☐ **7. Glándulas uterinas**



A. Útero



Menstruación | Final de la fase proliferativa | Fase secretora media

B. Ciclo endometrial

10 Ciclo menstrual

El ciclo menstrual se divide en tres fases:

- **Folicular:** comienza con la menstruación en el día 1 del ciclo y coincide con la proliferación de las células de la granulosa en un folículo seleccionado
- **Ovulatoria:** pasa hacia la mitad del ciclo, alrededor del día 14, y coincide con la ovulación del ovocito por el folículo de De Graaf maduro, inducida por la elevación repentina de LH y FSH
- **Lútea:** después de la ovulación, las células foliculares se transforman en el cuerpo lúteo y producen grandes cantidades de progesterona, estrógenos e inhibina (retroalimentación negativa sobre el hipotálamo para inhibir la GnRH; la LH y la FSH también participan en esta retroalimentación)

Durante la fase folicular, la elevación de los niveles de estrógenos se retroalimenta en el hipotálamo y la hipófisis para aumentar el incremento de GnRH, al que siguen los picos de LH y FSH durante la fase ovulatoria. Si no se produce la fecundación, el cuerpo lúteo degenera empezando alrededor del día 25 del ciclo y la menstruación comenzará después del día 28, ya que el nuevo ciclo menstrual comienza de nuevo.

Si se producen la fecundación y la implantación, a continuación los niveles plasmáticos de estrógenos y progesterona aumentan continuamente, con los estrógenos estimulando el crecimiento del miometrio y la progesterona inhibiendo la contractilidad uterina de manera que el feto pueda llegar a término (9 meses) antes del nacimiento. El **cuerpo lúteo** es responsable de la secreción de estas hormonas durante los primeros 2 meses, bajo la estimulación de la **gonadotropina coriónica humana (hCG)** secretada por las células trofoblásticas del implante. Después de unos 60-80 días, la placenta se hace cargo y secreta los estrógenos y la progesterona necesarios para mantener el embarazo.

El ciclo menstrual también provoca cambios en el endometrio uterino e incluye las siguientes fases:

- **Menstrual:** dura alrededor de 3-5 días y marca el comienzo del ciclo cuando el endometrio degenera (porque no se ha producido la implantación) y se desprende como flujo menstrual
- **Proliferativa:** desde aproximadamente los días 5 a 14, momento en el que el endometrio se engruesa notablemente; este crecimiento es estimulado por los estrógenos
- **Secretora:** después de la ovulación, el endometrio aumenta su actividad secretora (moco rico en nutrientes) bajo la influencia de la progesterona («que promueve la gestación»), se vuelve edematoso y se engruesa anticipándose a una posible implantación

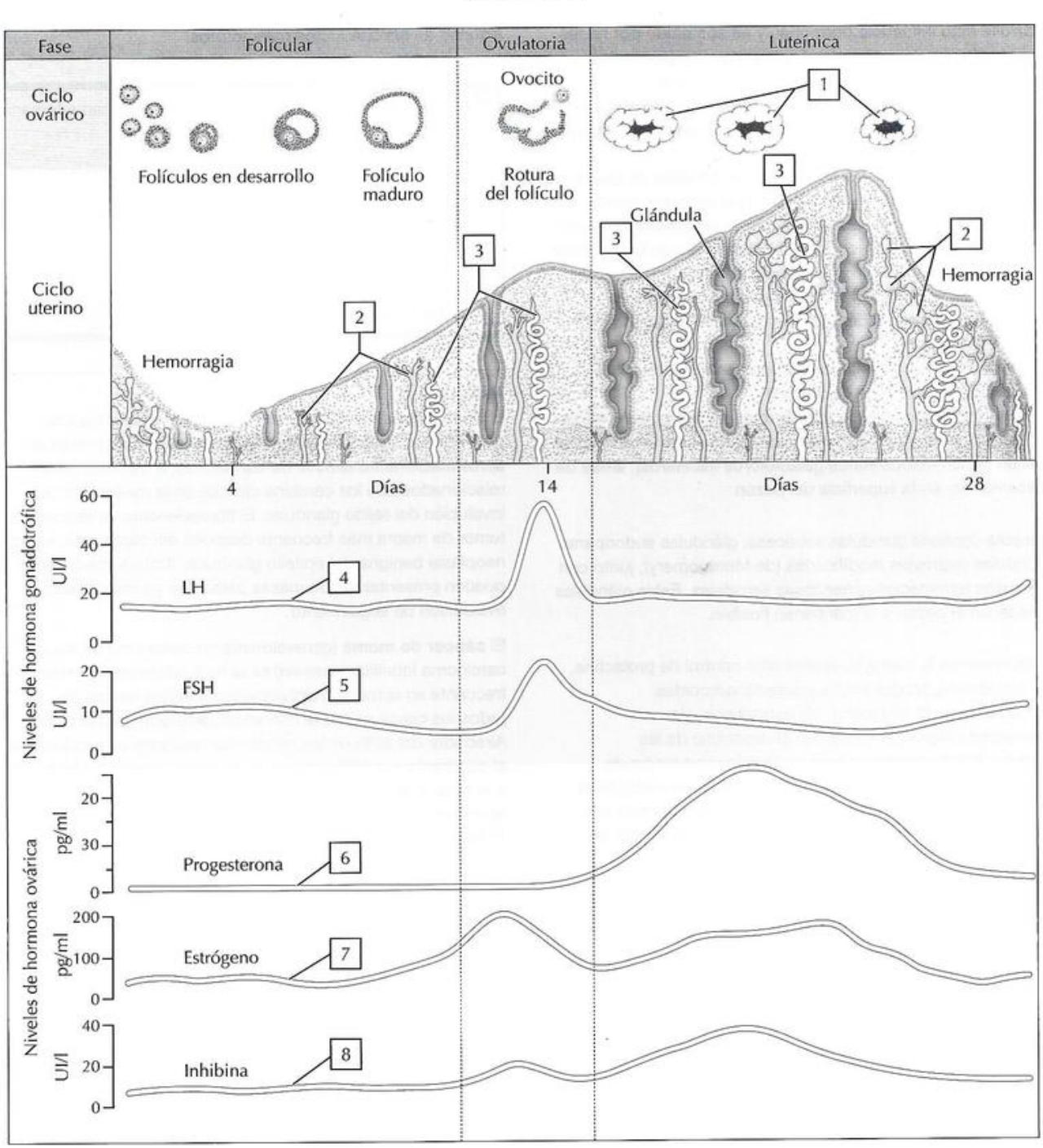
COLOREA los siguientes elementos del ciclo menstrual, utilizando los colores sugeridos para cada uno:

- ☐ **1. Cuerpo lúteo (amarillo con un centro rojo)**
- ☐ **2. Venas y lagos venosos del endometrio (azul)**
- ☐ **3. Arterias espirales del endometrio durante el ciclo (rojo)**
- ☐ **4. Niveles de LH (línea en la tabla) (naranja)**
- ☐ **5. Niveles de FSH (marrón)**
- ☐ **6. Niveles de progesterona (azul)**
- ☐ **7. Niveles de estrógenos (verde)**
- ☐ **8. Niveles de inhibina (lila)**

Nota clínica:

Aproximadamente el 10-15% de las parejas infértiles pueden beneficiarse de diversas **técnicas de reproducción asistida,** como:

- Inseminación artificial: uso de esperma de un donante
- TIG: transferencia intratubárica de gametos
- IIU: inseminación intrauterina (con el esperma de su pareja o de un donante de esperma)
- FIV/TE: fecundación in vitro con transferencia de embriones en la cavidad uterina
- TIC: fecundación in vitro con transferencia de cigoto en la trompa uterina (de Falopio)


Ciclo menstrual
Fase
Folicular
Ovulatoria
Luteínica
Ciclo ovárico
Ovocito
Folículos en desarrollo
Folículo maduro
Rotura del folículo
Glándula
Hemorragia
Ciclo uterino
Hemorragia
Días
4
14
Días
28
Niveles de hormona gonadotrófica
UI/l
LH
FSH
Niveles de hormona ovárica
pg/ml
Progesterona
Estrógeno
UI/l
Inhibina

10 Mama femenina

La mama femenina se extiende aproximadamente desde la 2.ª a la 6.ª costilla y desde el esternón medialmente hasta la línea axilar media lateralmente. El tejido de la glándula mamaria se encuentra en el **tejido subcutáneo,** histológicamente es realmente una glándula sudorípara modificada que se desarrolla bajo influencia hormonal, y es sostenido por haces de tejido fibroso denominados **ligamentos suspensorios** (de Cooper). El pezón normalmente se encuentra, aproximadamente, en el 4.º espacio intercostal y está rodeado por una **aréola** pigmentada. La arquitectura glandular incluye las siguientes características:

- **Alvéolos secretores:** las células en los lobulillos de glándulas tubuloalveolares liberan «leche» a través de mecanismos merocrinos (liberación por exocitosis de la proteína producto de secreción) y apocrinos (componente graso de la secreción liberado en gotitas envueltas por membrana)
- **Conductos intralobulillares:** recogen las secreciones alveolares y las conducen a lo largo de los conductos interlobulillares
- **Conductos interlobulillares:** se unen en unos 15-25 conductos galactóforos (lactíferos)
- **Conductos galactóforos (lactíferos):** drenan la leche hacia el pezón y presentan segmentos dilatados justo profundos al pezón denominados senos galactóforos (lactíferos), antes de desembocar en la superficie del pezón

La **aréola** contiene glándulas sebáceas, glándulas sudoríparas y glándulas mamarias modificadas (de Montgomery), junto con numerosas terminaciones nerviosas sensitivas. Estas glándulas humedecen el pezón y lo mantienen flexible.

El desarrollo de la mama se realiza bajo control de prolactina, GH, estrógenos, progesterona y adrenocorticoides. En el embarazo, la prolactina, los estrógenos y la progesterona elevados aumentan el desarrollo de las glándulas tubuloalveolares pero inhiben la producción de leche. La **lactación** ocurre cuando los niveles de estrógenos y progesterona caen dramáticamente al nacer, mientras que los niveles de prolactina se mantienen altos y los niveles de oxitocina aumentan para estimular la liberación de la leche. En ausencia de embarazo o amamantamiento (lactancia natural), las glándulas tubuloalveolares regresan y se vuelven inactivas. Después de la menopausia, el tejido glandular en gran parte se atrofia y es reemplazado por grasa, aunque pueden permanecer algunos de los conductos galactóforos.

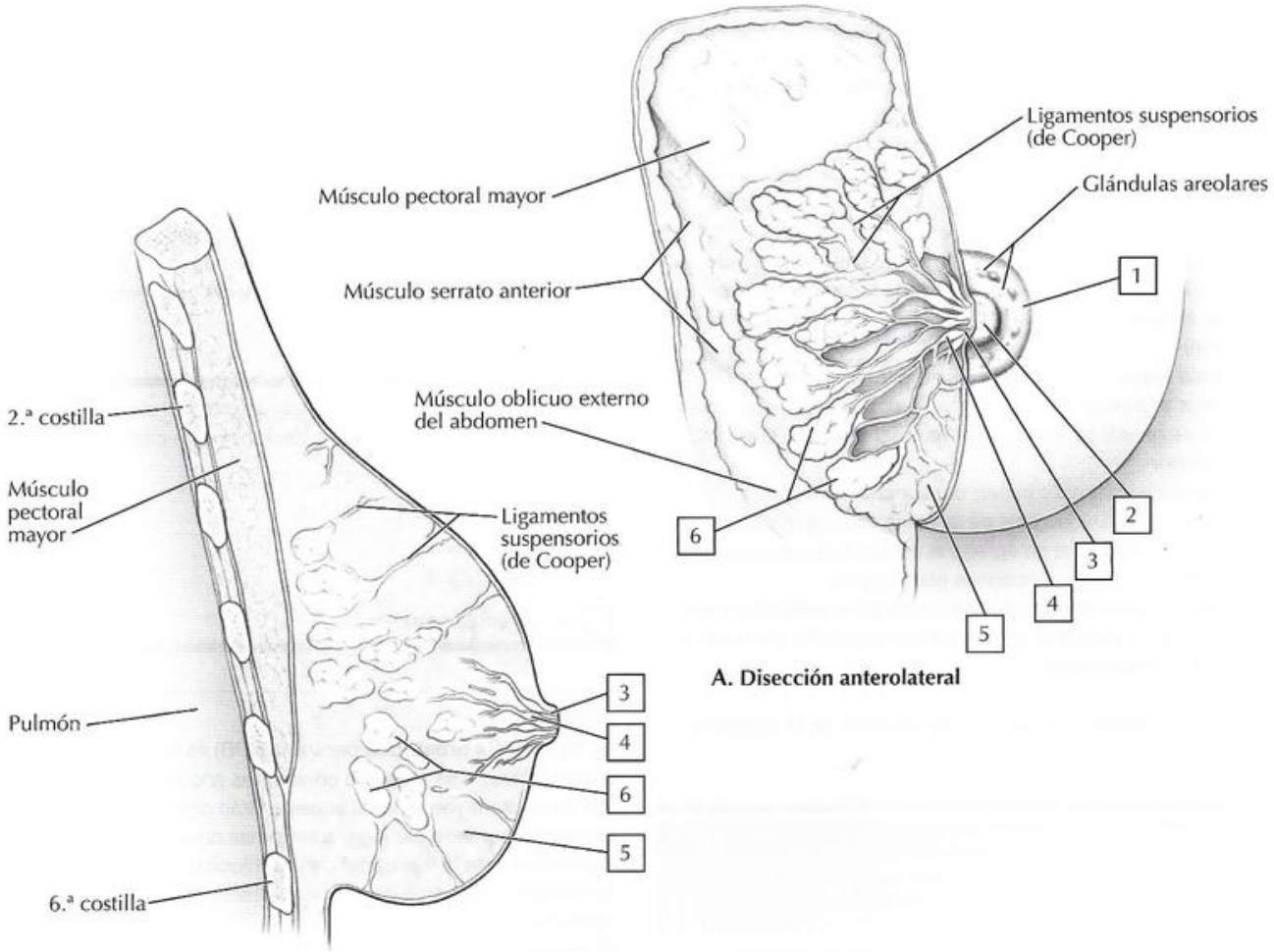
COLOREA los siguientes elementos de la mama femenina, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Aréola**
- ☐ **2. Pezón**
- ☐ **3. Conductos galactóforos**
- ☐ **4. Senos galactóforos**
- ☐ **5. Tejido adiposo subcutáneo**
- ☐ **6. Lobulillos glandulares**

Nota clínica:

El término **mastopatía fibroquística** hace referencia a un gran número de condiciones benignas que se presentan en aproximadamente el 80% de las mujeres; a menudo están relacionados con los cambios cíclicos en la maduración e involución del tejido glandular. El fibroadenoma, el segundo tumor de mama más frecuente después del carcinoma, es una neoplasia benigna del epitelio glandular. Ambas condiciones pueden presentarse con masas palpables y justificar una evaluación de seguimiento.

El **cáncer de mama** (generalmente un carcinoma ductal o carcinoma lobulillar invasivo) es la neoplasia maligna más frecuente en la mujer. Aproximadamente dos tercios de todos los casos se presentan en mujeres posmenopáusicas. Alrededor del 50% de las neoplasias malignas se producen en el cuadrante superior externo de la mama (región más cercana a la axila) y las metástasis a través de los vasos linfáticos normalmente ocurren en la axila, ya que aproximadamente el 75% de la linfa de la mama drena a estos nódulos linfáticos.



A. Disección anterolateral

B. Sección sagital

C. Estadios de desarrollo

10 Visión general del sistema genital masculino

El sistema genital (reproductor) masculino se compone de las siguientes estructuras:

- **Testículos:** las gónadas pares del sistema genital masculino; tienen forma de huevo y aproximadamente el tamaño de una castaña, producen las células germinales masculinas denominadas **espermatozoides** y se sitúan en el escroto (fuera de la cavidad abdominopélvica)
- **Epidídimo:** un túbulo contorneado que recibe los espermatozoides y los almacena a medida que maduran (estirado tiene casi 7 metros de largo)
- **Conducto deferente:** un tubo muscular (músculo liso) de unos 40-45 cm de largo que transporta los espermatozoides desde el epidídimo hasta el conducto eyaculador (vesícula seminal)
- **Vesícula seminal:** glándula tubular, par, que se encuentra posterior a la próstata, tiene unos 15 cm de largo, produce el líquido seminal y se une al conducto deferente en el **conducto eyaculador**
- **Próstata:** una glándula impar, del tamaño de una nuez, que rodea la uretra cuando sale de la vejiga urinaria; produce el líquido prostático que se agrega al semen (espermatozoides suspendidos en las secreciones glandulares)
- **Uretra:** un conducto que pasa a través de la próstata, entra en el pene y conduce el semen para la expulsión del cuerpo durante la eyaculación

Los órganos genitales masculinos se resumen en la siguiente tabla.

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICA
Testículos	Se desarrollan en la pared posterior del abdomen retroperitonealmente y descienden al interior del escroto
Epidídimo	Consta de cabeza, cuerpo y cola; funciones de maduración y almacenaje de espermatozoides
Conducto deferente	Discurre en el interior del cordón espermático a través del conducto inguinal para unirse con el conducto de la vesícula seminal (conducto eyaculador)
Vesículas seminales	Segregan líquido seminal alcalino
Próstata	Rodea la uretra prostática y segrega líquido prostático

La extensión pélvica de los conductos deferentes, las vesículas seminales y la próstata se sitúa profunda al peritoneo de la pelvis masculina. El peritoneo se refleja desde las paredes de la pelvis y pasa por encima de la cara superior de la vejiga urinaria y hacia las caras anterior y lateral de la parte inferior del recto. La depresión formada por esta reflexión peritoneal entre la vejiga anteriormente y el recto posteriormente se denomina **fondo de saco rectovesical,** y es el punto más bajo de la cavidad peritoneal abdominopélvica en el varón (en la posición sentada o de pie).

Las vesículas seminales producen un líquido alcalino viscoso (aproximadamente el 70% del líquido seminal del semen) que ayuda a nutrir los espermatozoides y protegerlos del ambiente ácido de la vagina femenina. La próstata produce alrededor del 20% del semen (espermatozoides más secreciones glandulares) y consiste en una secreción fluida, lechosa y ligeramente alcalina que ayuda a licuar el semen un tanto coagulado después de que se deposita en la vagina femenina. La secreción prostática también contiene ácido cítrico, enzimas proteolíticas, azúcares, fosfato y diversos iones (calcio, sodio, potasio, etc.). Cada eyaculación contiene aproximadamente de 2 a 6 ml de semen, tiene un pH de 7-8 y normalmente contiene de 150 a 600 millones de espermatozoides.

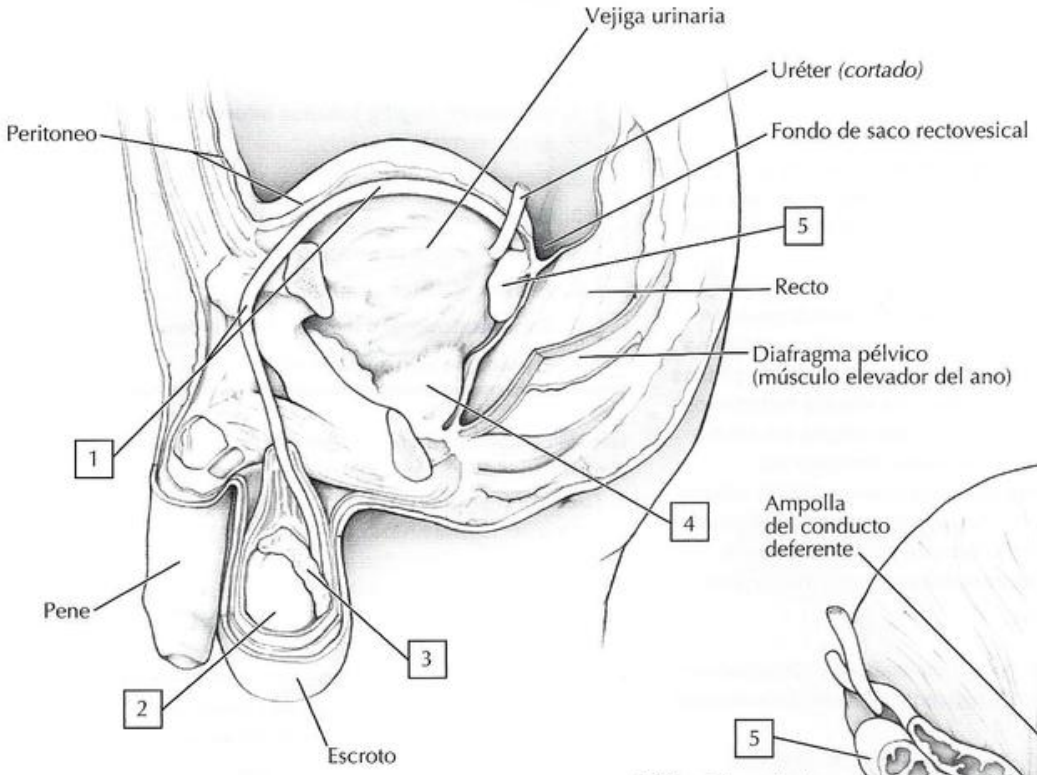
COLOREA las siguientes estructuras del sistema genital masculino, utilizando un color diferente para cada una:

- ☐ **1. Conducto deferente**
- ☐ **2. Testículo**
- ☐ **3. Epidídimo**
- ☐ **4. Próstata**
- ☐ **5. Vesícula seminal**

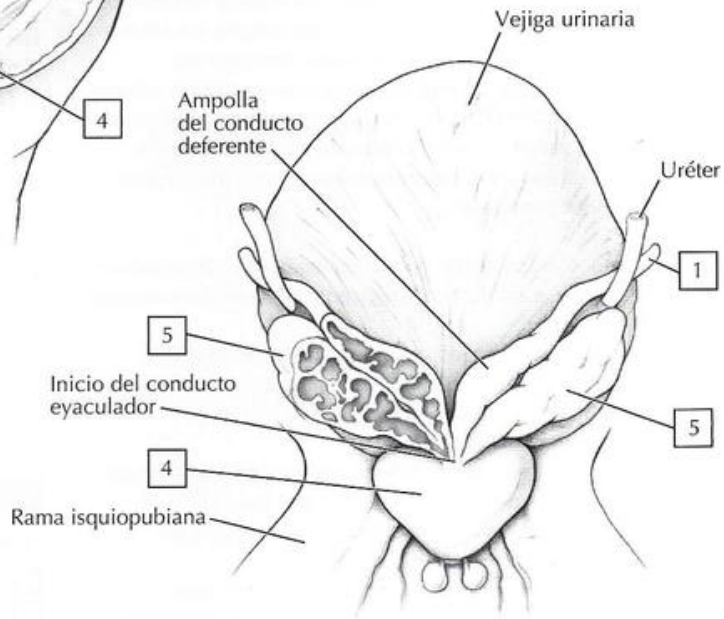
Nota clínica:

La **hipertrofia prostática benigna** (HPB) es bastante común y generalmente se presenta en varones ancianos (el 90% de los varones mayores de 80 años tendrán algo de HPB). Este crecimiento puede dar lugar a síntomas como urgencia urinaria, disminución de la fuerza del chorro miccional, frecuencia de la micción y nicturia (aumento en la frecuencia de la micción nocturna).

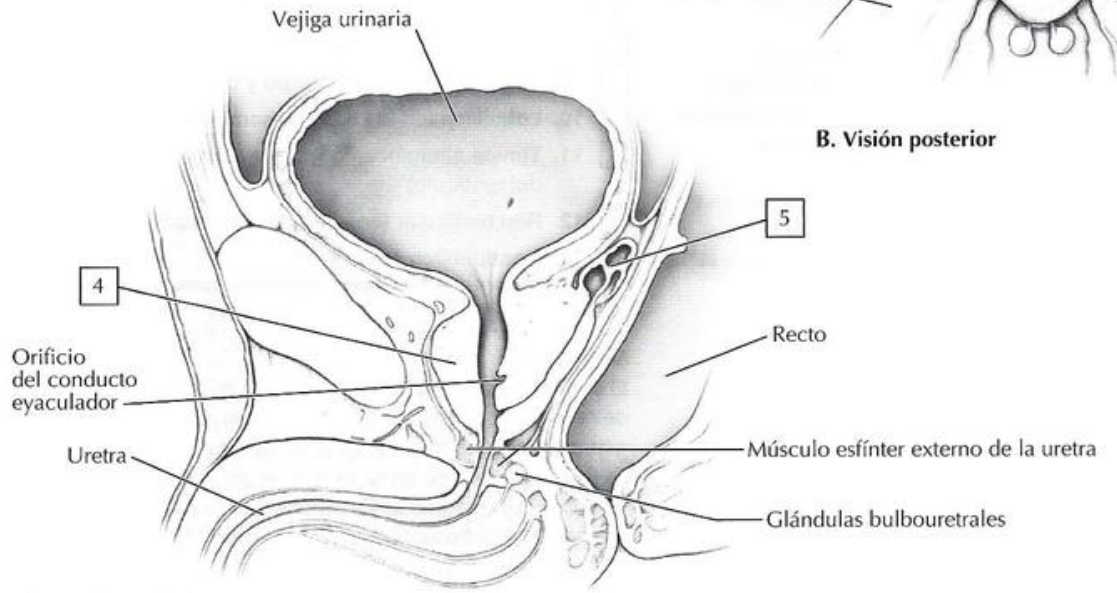
El **cáncer de próstata** es el segundo cáncer visceral más frecuente en el varón (el cáncer de pulmón es el primero) y la segunda causa principal de muerte en los varones mayores de 50 años. El 70% de las neoplasias malignas aparecen en la parte externa de la glándula (adenocarcinomas) y son palpables mediante un tacto rectal digital.



A. Cavidad pélvica: disección (sagital) paramedial



B. Visión posterior



C. Sección sagital

10 Testículo y epidídimo

Los testículos se desarrollan retroperitonealmente, en posición alta en la pared posterior del abdomen, y, como los ovarios, descienden durante el crecimiento fetal hacia el interior de la cavidad pélvica. Pero, en lugar de permanecer allí, continúan su descenso a través del conducto inguinal hacia el interior del escroto. Los testículos se exteriorizan porque la espermatogénesis (formación de espermatozoides) se produce de manera óptima a una temperatura ligeramente más baja que la temperatura central del cuerpo (37 °C). Los testículos también producen andrógenos (hormonas masculinas).

Cada testículo está encerrado dentro de una cápsula gruesa (túnica albugínea) y dividido en lobulillos que contienen **túbulos seminíferos** y tejido conectivo intersticial que incluye las **células de Leydig,** que producen testosterona. Los túbulos seminíferos están revestidos con el epitelio germinal que origina las células germinativas, espermatogonias (finalmente formarán los espermatozoides), y las células de sostén, denominadas **células de Sertoli,** que proporcionan un soporte estructural, metabólico y nutricional y ayudan a formar la **barrera hematotesticular** (previene las respuestas autoinmunitarias del sistema linfático sobre las células germinales).

La espermatogénesis implica divisiones meióticas para producir espermátidas, de acuerdo con la siguiente secuencia de eventos diferenciales:

- **Espermatogonias:** células madre que recubren la lámina basal (externa) del epitelio germinal del túbulo seminífero y experimentan una división mitótica para producir espermatocitos primarios
- **Espermatocitos primarios:** células germinales grandes que poseen 46 cromosomas y sufren la meiosis para producir espermatocitos secundarios (poseen 23 cromosomas: 22 autosomas y un cromosoma X o Y)
- **Espermatocitos secundarios:** estas células son más pequeñas que los espermatocitos primarios y se someten a una segunda división meiótica muy rápidamente para producir espermátidas (contienen 23 cromosomas individuales)
- **Espermátidas:** estas células sufren un proceso de maduración (denominado espermiogénesis) para formar una cabeza y una cola y se convierten en espermatozoides, que luego pasan desde la luz de los túbulos seminíferos hacia el epidídimo para su almacenamiento y maduración

COLOREA las siguientes células epiteliales germinales del túbulo seminífero, utilizando un color diferente para cada célula:

- ☐ **1. Células de Leydig (células intersticiales que producen testosterona)**
- ☐ **2. Espermatozoides**
- ☐ **3. Espermátidas**
- ☐ **4. Espermatocitos secundarios**
- ☐ **5. Espermatocitos primarios**
- ☐ **6. Espermatogonias (células madre basales)**
- ☐ **7. Células de Sertoli (sostén)**

La ruta de transporte de los espermatozoides inmaduros desde el testículo al epidídimo incluye el siguiente recorrido:

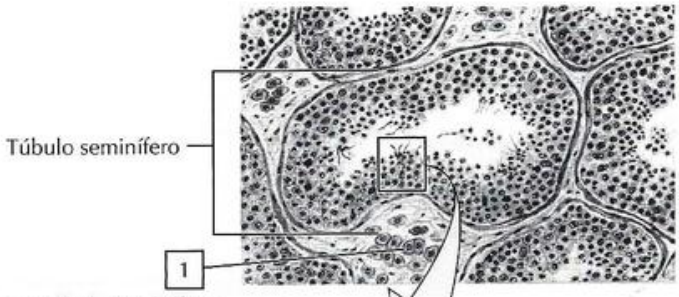
- **Túbulo seminífero recto:** un túbulo recto que va desde el vértice del lobulillo hasta el mediastino (espacio intermedio) testicular y su laberíntica red testicular
- **Red testicular:** una red de túbulos anastomosados que transfieren los espermatozoides rápidamente a los conductillos eferentes
- **Conductillos eferentes:** unos 10 o más conductos tortuosos tapizados con un epitelio ciliado que mueve los espermatozoides hacia la cabeza del epidídimo y su conducto único, fuertemente contorneado, que tiene unos 7 metros de largo y finalmente se une al extremo proximal del conducto deferente

COLOREA los siguientes elementos del testículo y del epidídimo, utilizando un color diferente para cada uno:

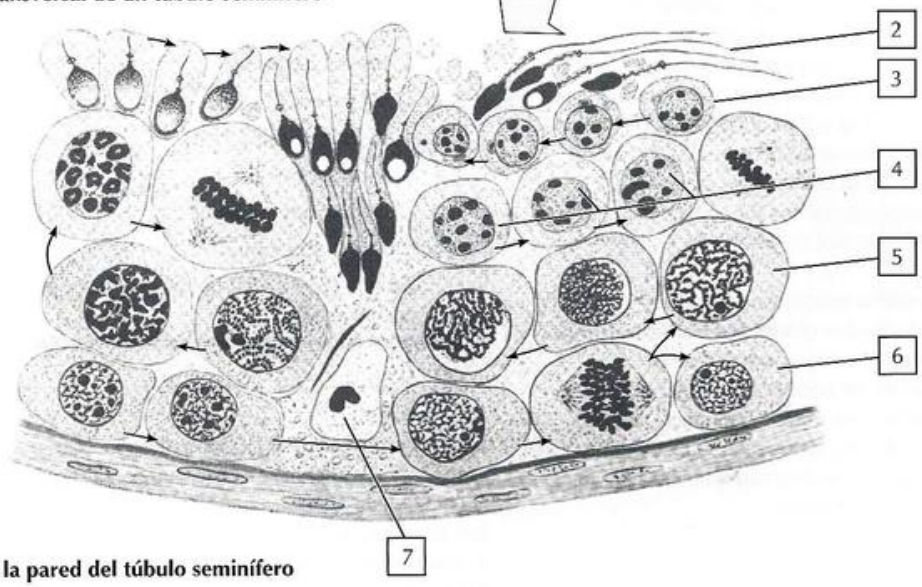
- ☐ **8. Conducto deferente**
- ☐ **9. Epidídimo (cabeza, cuerpo y cola)**
- ☐ **10. Lobulillos (de los túbulos seminíferos)**
- ☐ **11. Túnica albugínea (la gruesa cápsula «blanca» del testículo)**
- ☐ **12. Red testicular (en el mediastino testicular)**
- ☐ **13. Conductillos eferentes**

Nota clínica:

El **cáncer testicular** se caracteriza por un grupo heterogéneo de neoplasias; alrededor del 95% de ellas proceden de las células germinales de los túbulos seminíferos y son todas malignas. La edad pico de incidencia está en el grupo de 15 a 34 años de edad. Los tumores de células de Sertoli y de Leydig son relativamente infrecuentes y muy a menudo benignos.

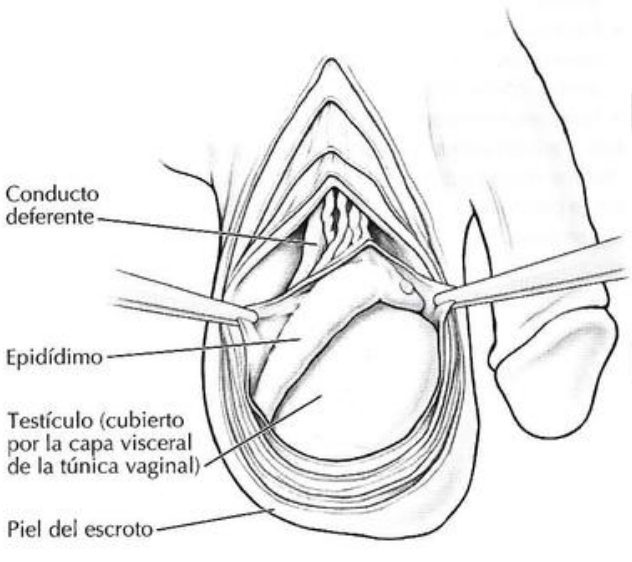


A. Sección transversal de un túbulo seminífero

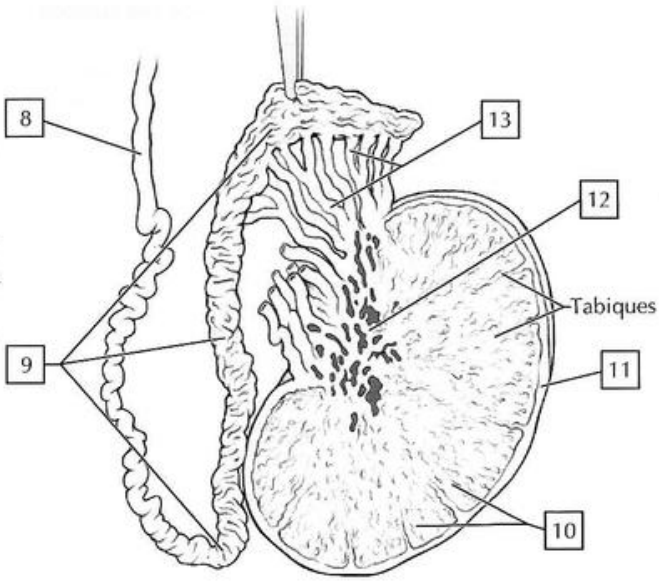


Espermatogénesis (las flechas indican los sucesivos estadios en desarrollo)

B. Sección de la pared del túbulo seminífero



C. Testículo en el escroto: visión lateral



D. Testículo y epidídimo: sección sagital

10 Uretra masculina y pene

Uretra

La uretra masculina tiene unos 20 cm de largo y de forma descriptiva se divide en tres porciones:

- **Uretra prostática:** porción proximal de la uretra masculina que discurre a través de la próstata
- **Uretra membranosa:** porción media, corta, que está envuelta por el esfínter externo de la uretra (músculo esquelético)
- **Uretra esponjosa (peniana, cavernosa):** discurre a través del bulbo del pene, la porción péndula del pene y el glande del pene para desembocar en el orificio externo de la uretra

Cuando la uretra prostática sale de la vejiga urinaria, está rodeada por un esfínter de músculo liso, el **esfínter interno de la uretra.** Este esfínter se encuentra bajo control simpático y cierra la uretra durante la eyaculación para que el semen no pueda pasar hacia el interior de la vejiga urinaria y la orina hacia la uretra. La uretra membranosa también está rodeada por un esfínter, el **esfínter externo de la uretra,** que es un músculo esquelético que está inervado por ramos del **nervio pudendo** (control somático). Tenemos control voluntario de este esfínter.

La porción proximal de la uretra esponjosa recibe las desembocaduras de dos pequeñas **glándulas bulbouretrales (de Cowper),** que residen en el esfínter externo de la uretra (músculo transverso profundo del periné). Estas glándulas del tamaño de guisantes secretan una mucosidad clara, viscosa y alcalina. Antes de la eyaculación, estas glándulas lubrican la luz de la uretra esponjosa y neutralizan su ambiente ácido, preparando así el camino para el semen.

Pene

El pene proporciona una salida común para la orina y el semen y es el órgano copulador en el varón. Se compone de tres cuerpos de tejido eréctil:

- **Cuerpos cavernosos:** dos cuerpos eréctiles laterales que empiezan a lo largo de la rama isquiopubiana y se unen más o menos a nivel de la sínfisis del pubis para formar las columnas dorsales de la porción péndula del pene
- **Cuerpo esponjoso:** un solo cuerpo de tejido eréctil que empieza en la línea media del periné (bulbo del pene) y se une con los cuerpos cavernosos para formar la cara ventral de la porción péndula del pene (contiene la uretra esponjosa)

La porción proximal de cada uno de estos cuerpos cavernosos (se sitúan en el periné) está cubierta por una delgada capa de músculo esquelético (músculos isquiocavernoso y bulboesponjoso; v. lámina 3-16), pero los dos tercios distales de los tres cuerpos eréctiles están envueltos en un manguito fascial de tejido conectivo denso **(fascia de Buck).** El cuerpo esponjoso contiene la uretra esponjosa y posee menos tejido eréctil, a fin de no obstruir el flujo de semen durante la eyaculación por compresión de la luz uretral. La erección se logra por estimulación parasimpática, que relaja el músculo liso de las paredes arteriales que irrigan el tejido eréctil y permite el flujo de sangre para la congestión de los senos del tejido eréctil. La erección comprime las venas, manteniendo así la sangre en los senos cavernosos para mantener la erección.

La uretra esponjosa llega a una región dilatada denominada fosa navicular en el glande del pene y luego termina en el orificio externo de la uretra. A lo largo de su recorrido, la uretra esponjosa tiene orificios para las pequeñas glándulas mucosas de la uretra (de Littré) que lubrican la luz uretral.

COLOREA los siguientes elementos de la uretra masculina y el pene, utilizando un color diferente para cada uno:

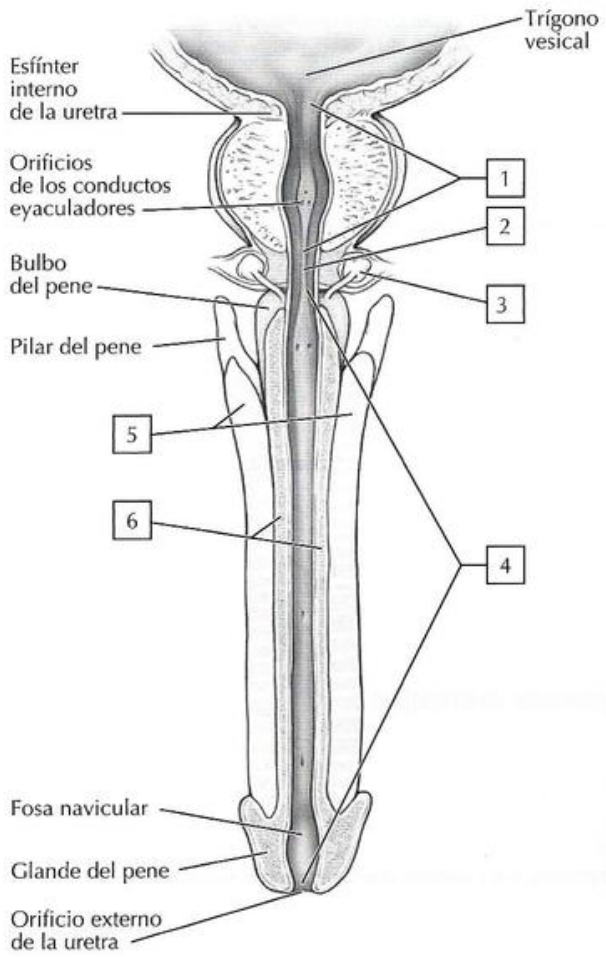
- ☐ **1. Uretra prostática**
- ☐ **2. Uretra membranosa**
- ☐ **3. Glándulas bulbouretrales**
- ☐ **4. Uretra esponjosa**
- ☐ **5. Cuerpos cavernosos**
- ☐ **6. Cuerpo esponjoso**
- ☐ **7. Fascia (profunda) del pene (de Buck) (en sección transversal)**

Nota clínica:

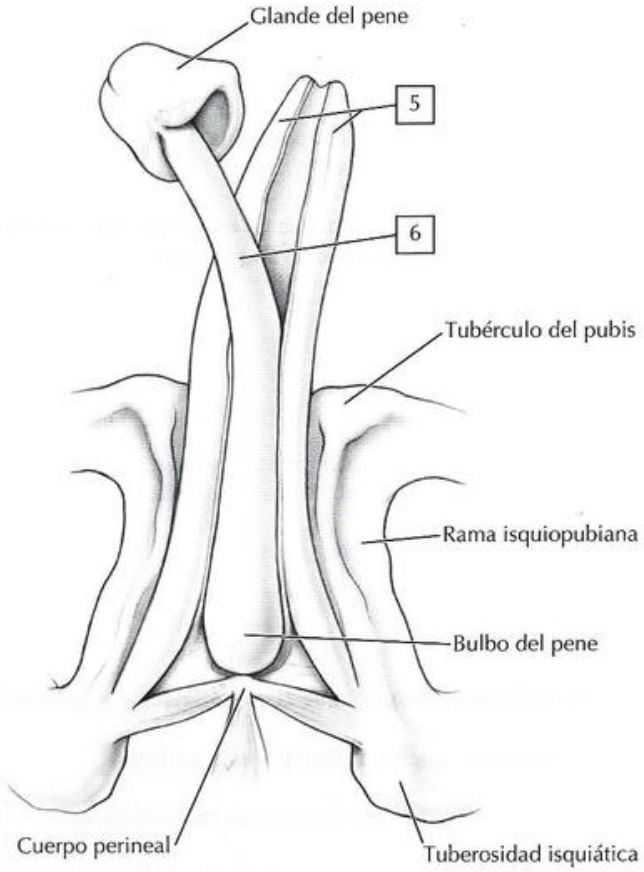
La **disfunción eréctil** (DE) es la incapacidad para lograr y/o mantener la erección del pene suficiente para el coito. Su incidencia aumenta con la edad y puede estar causada por diversos factores, entre los que se incluyen:

- Trastornos de depresión, ansiedad y estrés
- Lesiones medulares, esclerosis múltiple o cirugía pélvica previa
- Factores vasculares como aterosclerosis, colesterol alto, hipertensión, diabetes, tabaquismo y medicamentos utilizados para controlar estos factores
- Factores hormonales

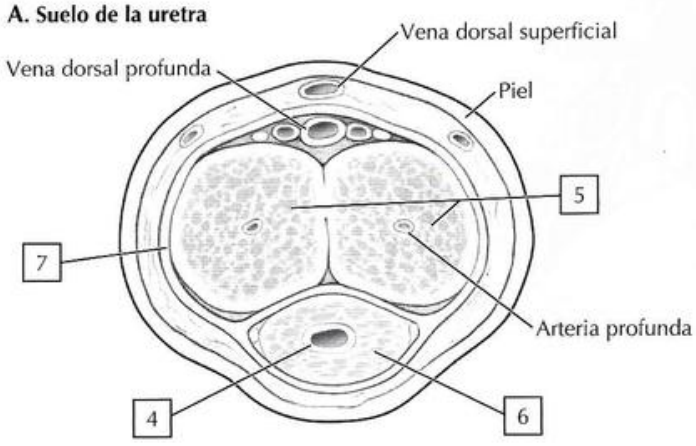
Los medicamentos disponibles para tratar la DE tienen como diana el músculo liso de las arterias del pene, haciendo que se relaje para que la sangre puede pasar fácilmente a los senos cavernosos.



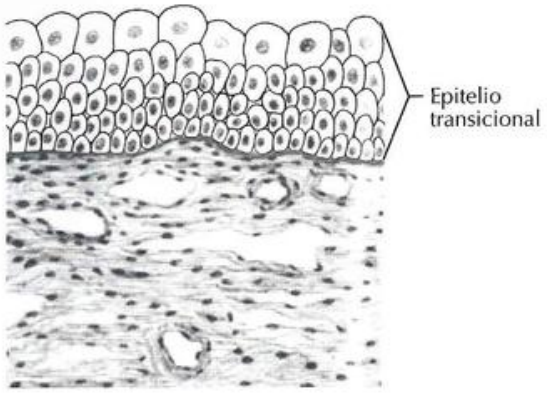
A. Suelo de la uretra



B. Tejidos eréctiles del varón



C. Sección a través del cuerpo del pene



D. Epitelio transicional en las porciones prostática y membranosa de la uretra

PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿En cuál de las siguientes localizaciones se produce normalmente la fecundación del ovocito humano?_____
   A. Ampolla de la trompa uterina
   B. Porción franjeada (fimbriada) de la trompa uterina
   C. Fondo del útero
   D. Porción intramural de la trompa uterina
   E. Istmo de la trompa uterina

2. Aun cuando la interacción de todas las hormonas esenciales es importante en la reproducción, ¿cuál de las siguientes es más importante en el mantenimiento de un embarazo?
   A. Estrógenos
   B. FSH
   C. Inhibina
   D. LH
   E. Progesterona

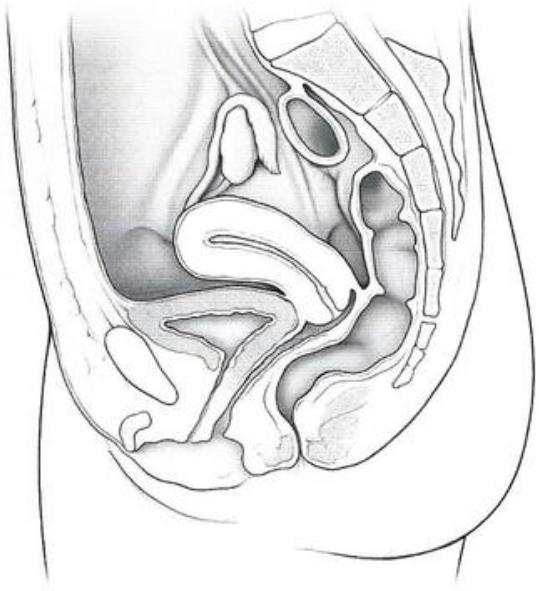
3. La infertilidad en un varón de 23 años de edad parece estar relacionada con una falta de testosterona. ¿Cuáles de las siguientes células pueden ser responsables de este problema?
   A. Células de Leydig
   B. Células de los túbulos seminíferos
   C. Células de Sertoli
   D. Espermátidas
   E. Espermatogonias

Para cada afirmación (4-6), colorea la característica o estructura relevante en la imagen

4. Los ovarios están sujetos al útero por esta estructura.

5. La vulva está delimitada por este pliegue de tejido sin vello.

6. Esta porción del útero a menudo está implicada en procesos cancerosos, y su epitelio puede ser fácilmente evaluado y controlado clínicamente mediante una citología vaginal de rutina.



7. Si el ovocito es fecundado y se implanta en la pared uterina, se mantiene hormonalmente durante los primeros 2 o 3 meses por medio de esta estructura. _____

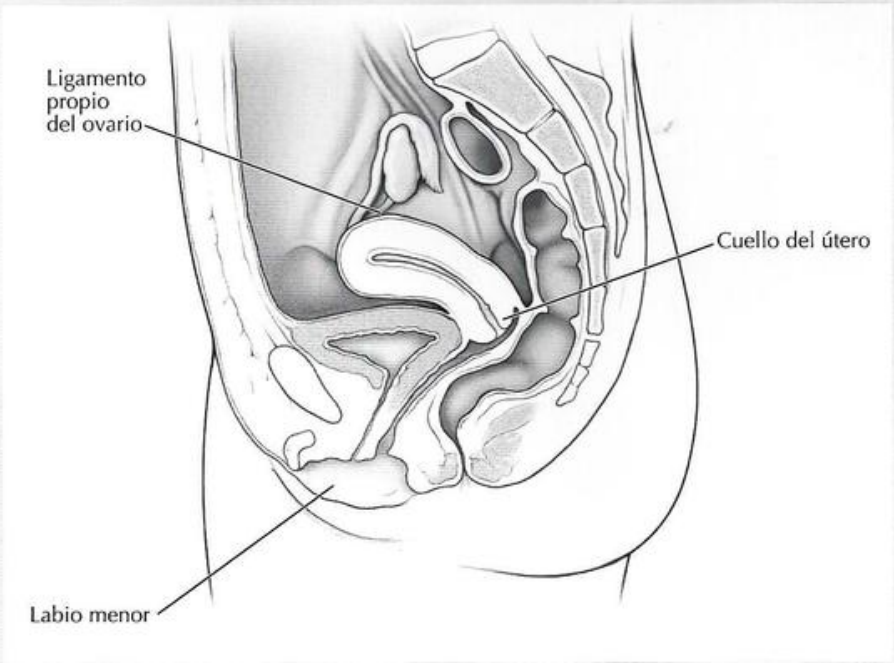
8. El espermatozoide sufre su maduración final en esta estructura. _____

9. ¿Qué estructura masculina es responsable de cerca del 70% del volumen del eyaculado? _____

10. La uretra peneana se encuentra en este cuerpo de tejido eréctil. _____

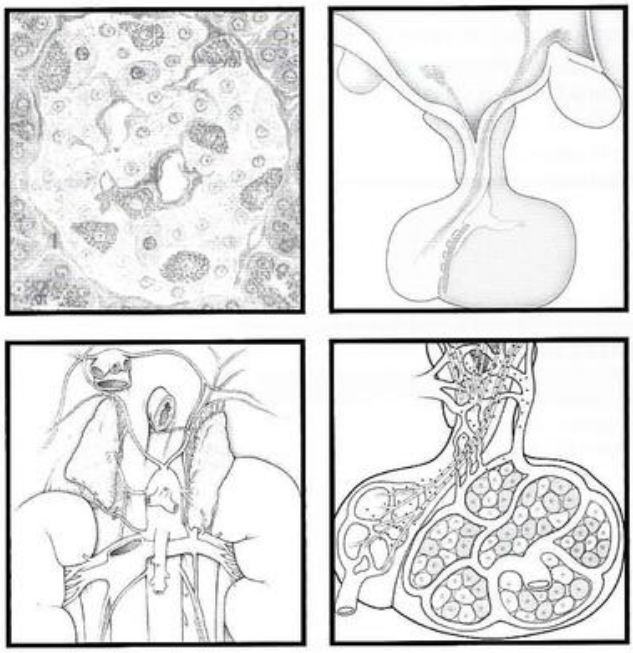
RESPUESTAS

1. A
2. E
3. A
4. Ligamento propio del ovario
5. Labio menor
6. Cuello del útero



7. Cuerpo lúteo en el ovario
8. Epidídimo
9. Vesículas seminales
10. Cuerpo esponjoso

Capítulo 11 **Sistema endocrino**



© 2015. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

11 Visión general

El sistema endocrino, junto con los sistemas nervioso e inmunitario, facilita la comunicación, la integración y la regulación de muchas de las funciones corporales. Específicamente, el sistema endocrino interactúa con localizaciones diana (células y tejidos), muchas a una gran distancia, mediante la liberación de hormonas en el torrente sanguíneo. En términos generales, las glándulas endocrinas y las hormonas comparten varias características adicionales:

- La secreción está controlada por **mecanismos de retroalimentación**
- Las hormonas se unen a receptores diana en las membranas celulares o dentro de las células (citoplasmáticos o nucleares)
- La acción hormonal puede tardar en aparecer, pero puede tener efectos de larga duración
- Las hormonas son moléculas químicamente diversas (aminas, péptidos y proteínas, esteroides)

Las hormonas pueden comunicarse a través de una variedad de interacciones célula a célula, entre las que se incluyen:

- **Autocrina:** sobre otra célula, así como sobre sí misma
- **Paracrina:** directamente sobre una célula adyacente o cercana
- **Endocrina:** a gran distancia mediante el torrente sanguíneo
- **Neuroendocrina:** como un neurotransmisor, excepto que es liberado en el torrente sanguíneo

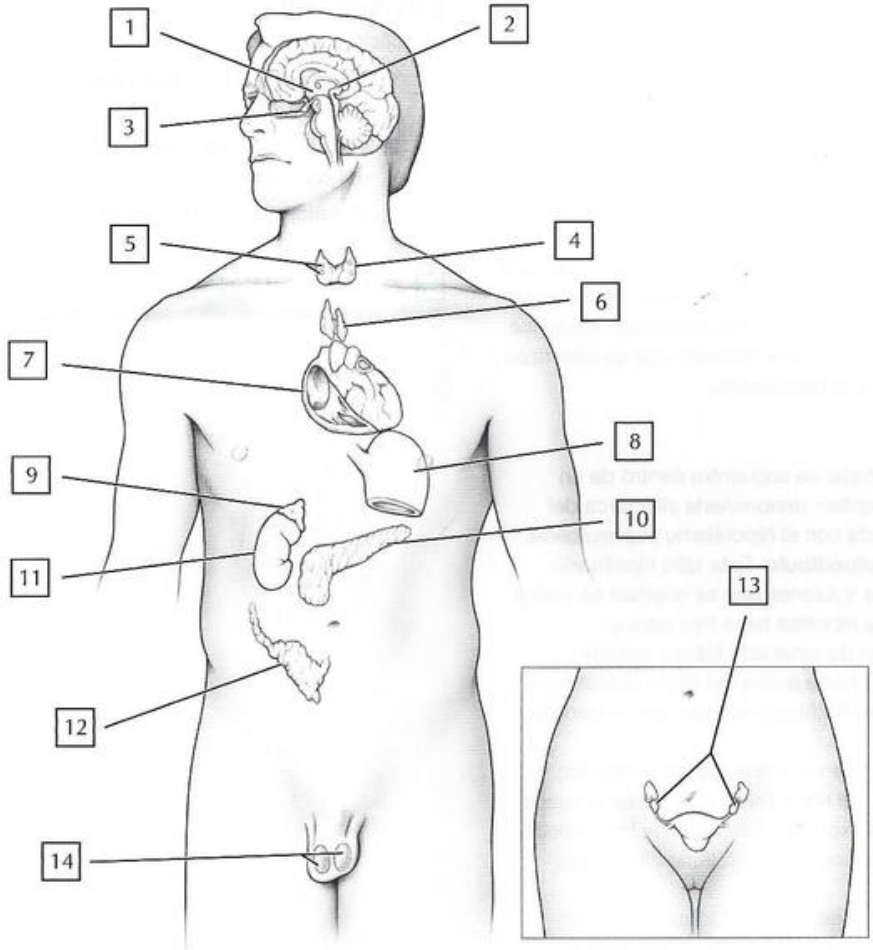
Las principales hormonas y los tejidos responsables de su liberación se resumen en la siguiente tabla.

Además, la **placenta** libera gonadotropina coriónica humana (hCG), estrógenos, progesterona y lactógeno placentario humano (hPL), mientras que otras células liberan una variedad de factores de crecimiento. La endocrinología del sistema genital se explicará por separado en esa sección. En realidad, hay muchas otras hormonas, pero la lista abarca sólo las más importantes. Como se puede apreciar, el sistema endocrino es extenso y muy importante en la regulación de las funciones corporales.

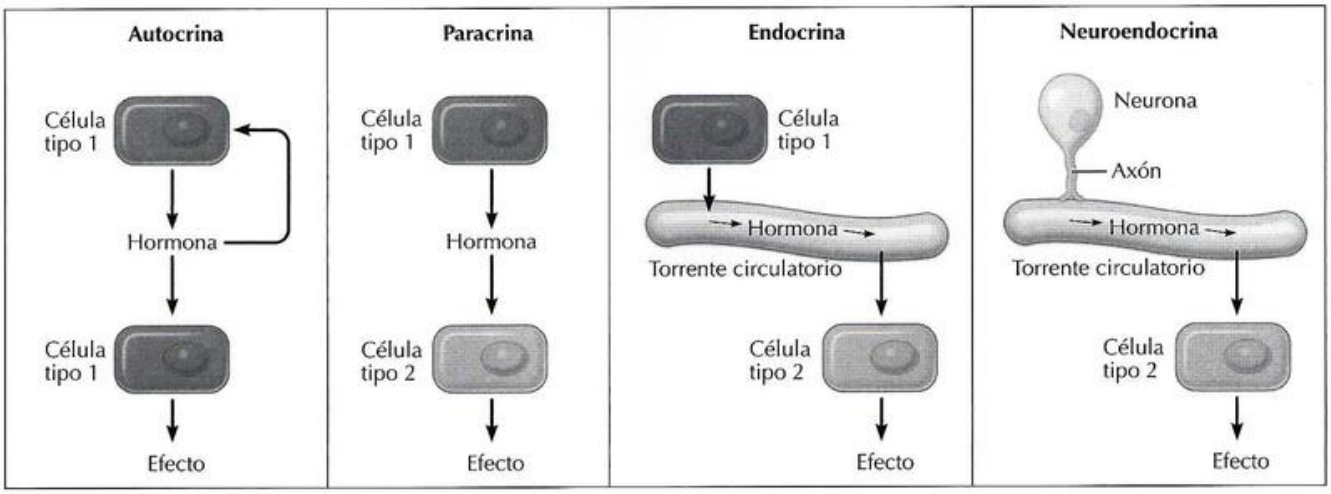
COLOREA los principales órganos endocrinos enumerados en la tabla, utilizando un color diferente para cada órgano/tejido y anotando la hormona u hormonas principales secretadas por cada órgano o tejido. Anota también la vía de una hormona en la comunicación intercelular, trazando las flechas en rojo en el esquema de la parte inferior de la página.

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES HORMONAS

	TEJIDO/ÓRGANO	HORMONA
1	Hipotálamo	Hormona antidiurética (ADH), oxitocina, hormona liberadora de tirotropina (TRH), hormona liberadora de corticotropina (CRH), hormona liberadora de la hormona del crecimiento (GHRH), hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), somatostatina (SS), dopamina (DA)
2	Glándula pineal	Melatonina
3	Adenohipófisis (lóbulo anterior de la hipófisis)	Hormona adrenocorticotropa (ACTH), hormona estimulante de la tiroides (TSH), hormona del crecimiento (GH), prolactina, hormona estimulante del folículo (FSH), hormona luteinizante (LH)
3	Neurohipófisis (lóbulo posterior de la hipófisis)	Oxitocina, vasopresina (hormona antidiurética, ADH)
4	Glándula tiroides	Tiroxina (T_4), triyodotironina (T_3), calcitonina
5	Glándulas paratiroides	Hormona paratiroidea (PTH)
6	Timo	Timopoyetina, timulina, timosina, factor humoral tímico
7	Corazón	Péptido natriurético atrial (ANP)
8	Tubo digestivo	Gastrina, secretina, colecistoquinina (CCK), motilina, péptido inhibidor gástrico (GIP), glucagón, SS, péptido intestinal vasoactivo (VIP), ghrelina
	Hígado	Factores de crecimiento similares a la insulina (IGF)
9	Glándulas suprarrenales	Cortisol, aldosterona, andrógenos, adrenalina (A), noradrenalina (NA)
10	Islotes pancreáticos	Insulina, glucagón, SS, VIP, polipéptido pancreático
11	Riñones	Eritropoyetina (EPO), calcitriol, renina, urodilatina
12	Grasa	Leptina
13	Ovarios	Estrógenos, progestinas, inhibina, relaxina
14	Testículos	Testosterona, inhibina
	Leucocitos y algunas células del tejido conectivo	Varias citoquinas (interleucinas, factores estimulantes de colonias, interferones, factor de necrosis tumoral [TNF])



A. Visión general del sistema endocrino



B. Visión general de la comunicación intercelular hormonal

11 Hipotálamo e hipófisis

Hipotálamo

El hipotálamo ha sido revisado previamente (v. lámina 4-11) y comprende una porción del diencéfalo junto con el tálamo y el epitálamo (glándula pineal). Funcionalmente, el hipotálamo es muy importante en el control visceral y la homeostasis. Sus células neuroendocrinas liberan hormonas en el sistema porta hipotálamo-hipofisario que estimula o inhibe las células secretoras de la adenohipófisis. Las células neuroendocrinas en el hipotálamo (núcleos paraventricular y supraóptico) también envían axones hacia la neurohipófisis y la eminencia media, que realmente es un crecimiento inferior del diencéfalo del cerebro. Estos axones liberan hormonas en la vascularización sistémica de la neurohipófisis, aunque se debe recordar que se sintetizan y liberan inicialmente desde el hipotálamo.

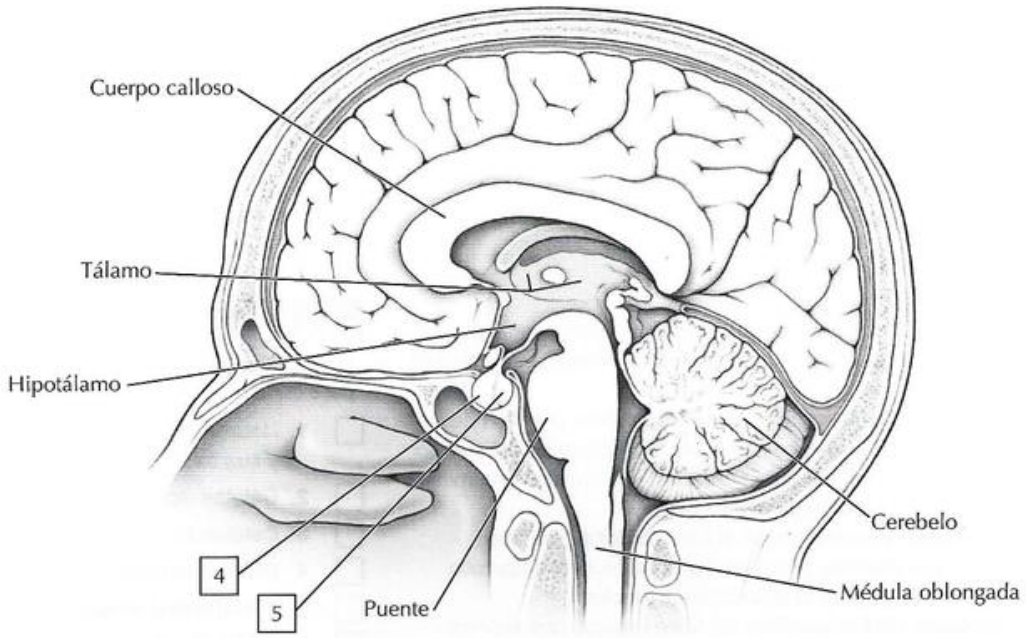
Hipófisis

La hipófisis (glándula pituitaria) se encuentra dentro de un asiento óseo o «silla de montar» denominada silla turca del esfenoides y está conectada con el hipotálamo suprayacente por un tallo denominado **infundíbulo.** Este tallo hipofisario contiene vasos sanguíneos y axones que se originan de varios núcleos del hipotálamo. La hipófisis tiene tres partes:

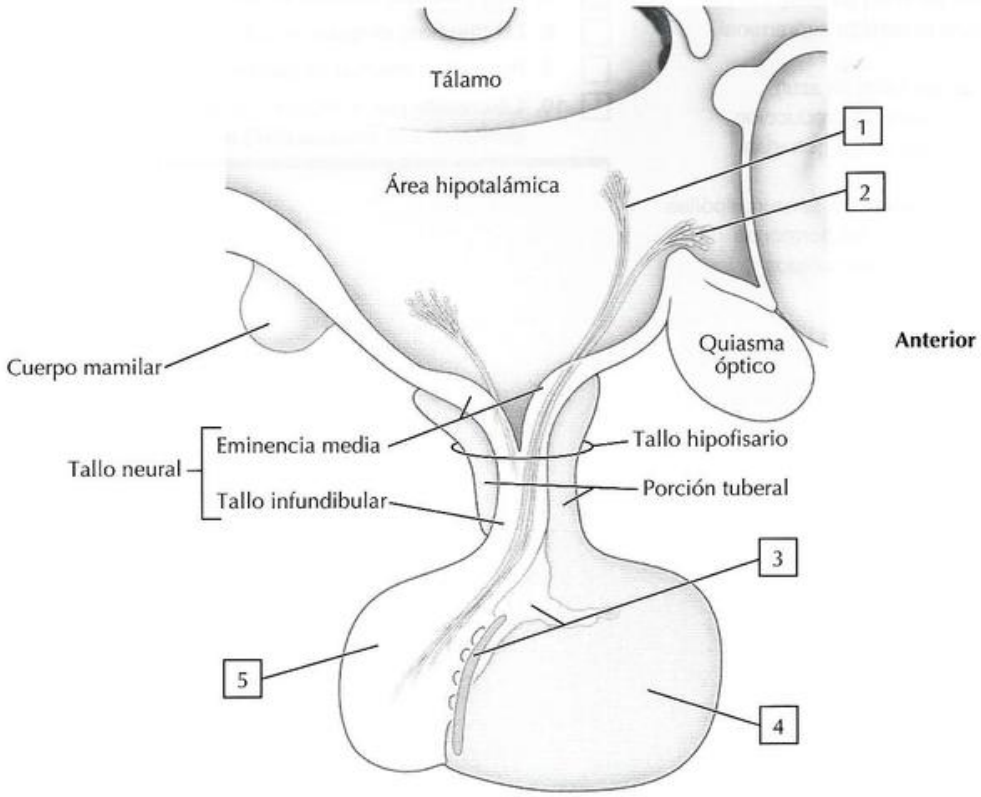
- **Adenohipófisis:** también denominada **lóbulo anterior,** deriva de un crecimiento hacia arriba del tejido ectodérmico de la orofaringe (bolsa de Rathke) y secreta seis hormonas diferentes
- **Neurohipófisis:** también denominada **lóbulo posterior,** es una extensión neural del hipotálamo que contiene vasos sanguíneos y terminales axonales derivadas de los núcleos paraventricular y supraóptico del hipotálamo; libera dos hormonas
- **Lóbulo intermedio:** un lóbulo entre los lóbulos anterior y posterior que está poco desarrollado en el ser humano, mostrando una pequeña hendidura o espacio y tejido conectivo intermedio; no tiene ninguna función endocrina

COLOREA las siguientes estructuras del hipotálamo y la hipófisis, utilizando un color diferente para cada una:

- ☐ **1. Células y axones del núcleo paraventricular del hipotálamo**
- ☐ **2. Células y axones del núcleo supraóptico del hipotálamo**
- ☐ **3. Hendidura y tejido conectivo del lóbulo intermedio**
- ☐ **4. Adenohipófisis**
- ☐ **5. Neurohipófisis**



A. Hipotálamo e hipófisis: sección sagital media



B. Estructura del hipotálamo y la hipófisis

11 Hipófisis

Las células neuroendocrinas del hipotálamo liberan hormonas en el sistema porta hipotálamo-hipofisario que estimulan o inhiben las células secretoras de la adenohipófisis. Estas hormonas incluyen (v. las abreviaturas de la tabla en la lámina 11-1):

- **TRH:** estimula la liberación de TSH
- **CRH:** estimula la liberación de ACTH
- **GHRH:** estimula la liberación de GH
- **SS:** inhibe la liberación de GH
- **GnRH:** estimula la liberación de LH y FSH
- **DA:** inhibe la liberación de prolactina

Las células de la adenohipófisis son de dos tipos principales (de acuerdo a sus características de tinción histológica) y liberan las siguientes hormonas:

- **Tirotropas (somatotropas):** células acidófilas (se tiñen de rojo) que secretan **GH,** que estimula el crecimiento del cuerpo en general, el crecimiento de órganos, el aumento de la masa corporal magra y el crecimiento óseo
- **Lactotropas (mamotropas):** células acidófilas (se tiñen de rojo) que secretan prolactina, que estimula el desarrollo mamario y promueve la producción de leche
- **Tirotropas:** células basófilas (se tiñen de azul) que secretan **TSH,** que estimula el desarrollo y la liberación de tiroxina de la glándula tiroides
- **Corticotropas:** células basófilas (se tiñen de azul) que secretan **ACTH,** que estimula la corteza suprarrenal para liberar cortisol
- **Gonadotropas:** células basófilas (se tiñen de azul) que secretan **LH** y **FSH,** que promueven la producción de gametos y la síntesis de hormonas en las gónadas

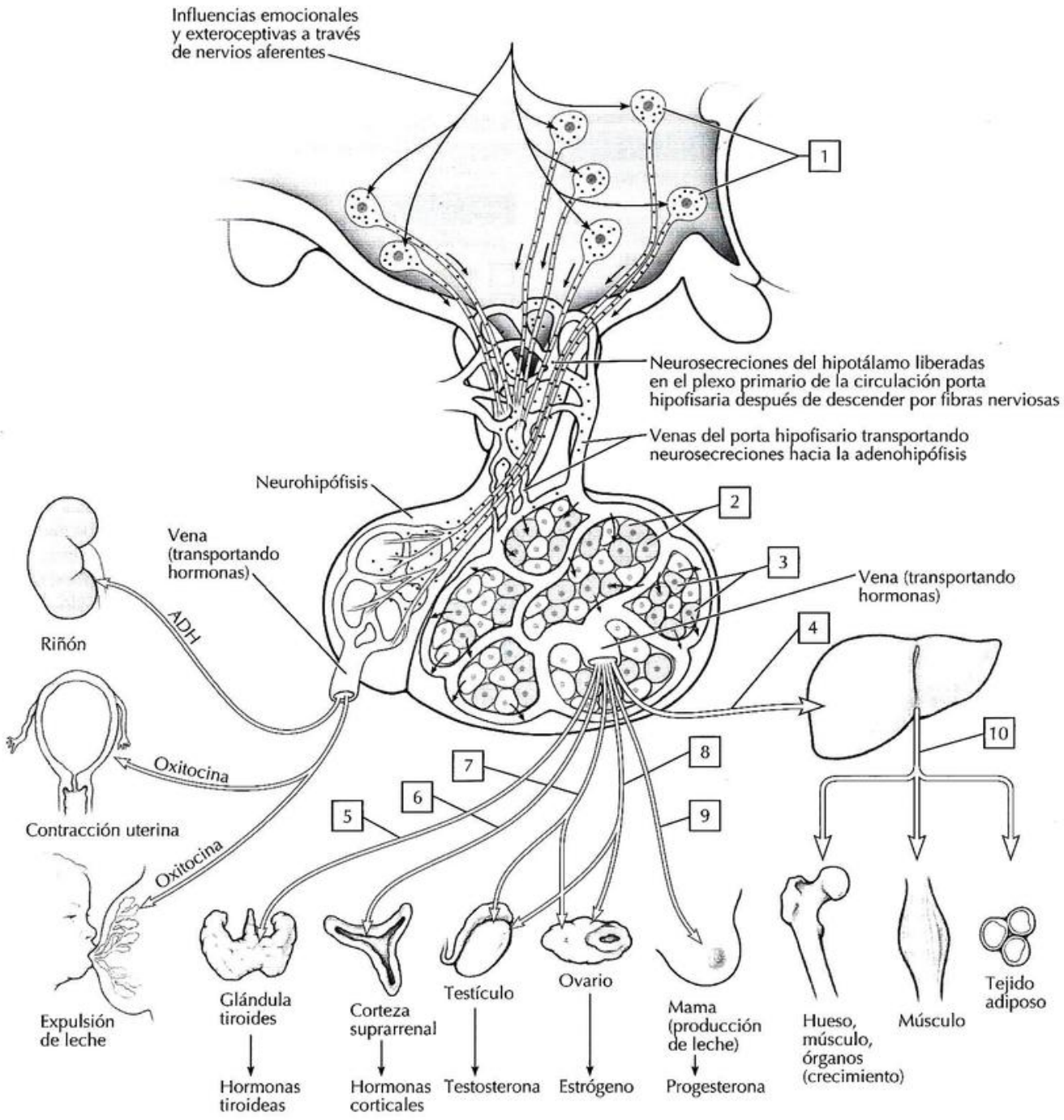
Los axones que discurren desde el hipotálamo a la neurohipófisis (lóbulo posterior) pueden o bien almacenar las hormonas en las terminales de los axones hasta ser estimulados para liberarlas o pueden liberarlas inmediatamente en el sistema capilar de la glándula. Su liberación está controlada por estímulos neuronales y hormonales sobre el hipotálamo. Estas hormonas incluyen:

- **Oxitocina:** estimula la eyección de la leche de la mama y las contracciones uterinas durante el parto
- **ADH:** provoca vasoconstricción y un aumento de la presión arterial (por eso la ADH también se denomina **vasopresina**) y actúa sobre el riñón para reabsorber agua y ayudar al cuerpo a retener líquidos

COLOREA los siguientes elementos de la liberación hormonal de la hipófisis, usando los colores sugeridos para cada uno:

- ☐ **1. Neuronas supraópticas y paraventriculares y sus axones (lila)**
- ☐ **2. Células acidófilas de la adenohipófisis (rojo)**
- ☐ **3. Células basófilas de la adenohipófisis (azul)**
- ☐ **4. GH (flecha) dirigida al hígado (naranja)**
- ☐ **5. TSH (flecha) dirigida a la glándula tiroides (marrón)**
- ☐ **6. ACTH (flecha) dirigida a la corteza suprarrenal (amarillo)**
- ☐ **7. FSH (flechas) dirigida al testículo y el ovario (azul)**
- ☐ **8. LH (flechas) dirigida al testículo y el ovario (rojo)**
- ☐ **9. Prolactina (flecha) dirigida a la mama (verde)**
- ☐ **10. Liberación por el hígado de factores de crecimiento similares a la insulina (IGF) (rosa)**

Función hipofisaria



11 Glándulas tiroides y paratiroides

Tiroides

La glándula tiroides es una **glándula endocrina** que pesa alrededor de 20 g y consta de un lóbulo derecho y un lóbulo izquierdo unidos por un istmo. En aproximadamente el 50% de la población hay un pequeño lóbulo piramidal que se extiende cranealmente desde la glándula. La tiroides se sitúa anterior a la tráquea y justo inferior al cartílago cricoides y, como la mayoría de los órganos endocrinos, tiene una rica irrigación.

ESTRUCTURA	CARACTERÍSTICAS
Lóbulos	Derecho e izquierdo, con un delgado istmo que los une
Irrigación	Arterias tiroideas superior e inferior
Drenaje venoso	Venas tiroideas superior, media e inferior
Lóbulo piramidal	Extensión superior variable (50% de las veces) de tejido tiroideo

La tiroides se compone de folículos formados por células epiteliales circundantes que sintetizan, almacenan y secretan tiroxina (T_4, el 90% de esa secreción) y triyodotironina (T_3). Las células foliculares captan activamente el yodo para yodar moléculas de tirosina, formando T_3 y T_4, y almacenarlas unidas a la tiroglobulina en el folículo tiroideo (la única glándula endocrina que almacena su hormona en un grado significativo). Cuando es estimulada por la TSH, la tiroglobulina es endocitosada y la T_3 y la T_4 son liberadas en el torrente sanguíneo. La T_4 es realmente una prehormona que se convierte en la T_3 más activa para los tejidos diana. Estas hormonas:

- Aumentan la tasa metabólica de los tejidos
- Aumentan el consumo de oxígeno
- Incrementan la frecuencia cardíaca, la ventilación y la función renal
- Son necesarias para la producción de GH y especialmente importantes para el crecimiento del SNC

COLOREA los siguientes elementos de la glándula tiroides, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Arterias tiroideas superiores, de las arterias carótidas externas, y arterias tiroideas inferiores de las arterias subclavias que irrigan la glándula**
- ☐ **2. Venas yugulares internas y sus ramas que drenan la glándula tiroides**
- ☐ **3. Arterias carótidas internas**
- ☐ **4. Glándula tiroides, istmo y lóbulo piramidal**
- ☐ **5. Células foliculares que rodean un folículo lleno de tiroglobulina**

Paratiroides

Las glándulas paratiroides son un par de glándulas superiores y un par de glándulas inferiores situadas en la cara posterior de la glándula tiroides. Aunque por lo general hay cuatro glándulas, su número y su ubicación pueden variar. Las glándulas paratiroides secretan **PTH** en respuesta a un descenso del calcio en el torrente sanguíneo. La PTH actúa sobre el hueso para provocar la resorción y la liberación de calcio, y actúa sobre el riñón para reabsorber calcio. La PTH también altera el metabolismo de la vitamina D, que es fundamental para la absorción de calcio en el tubo digestivo.

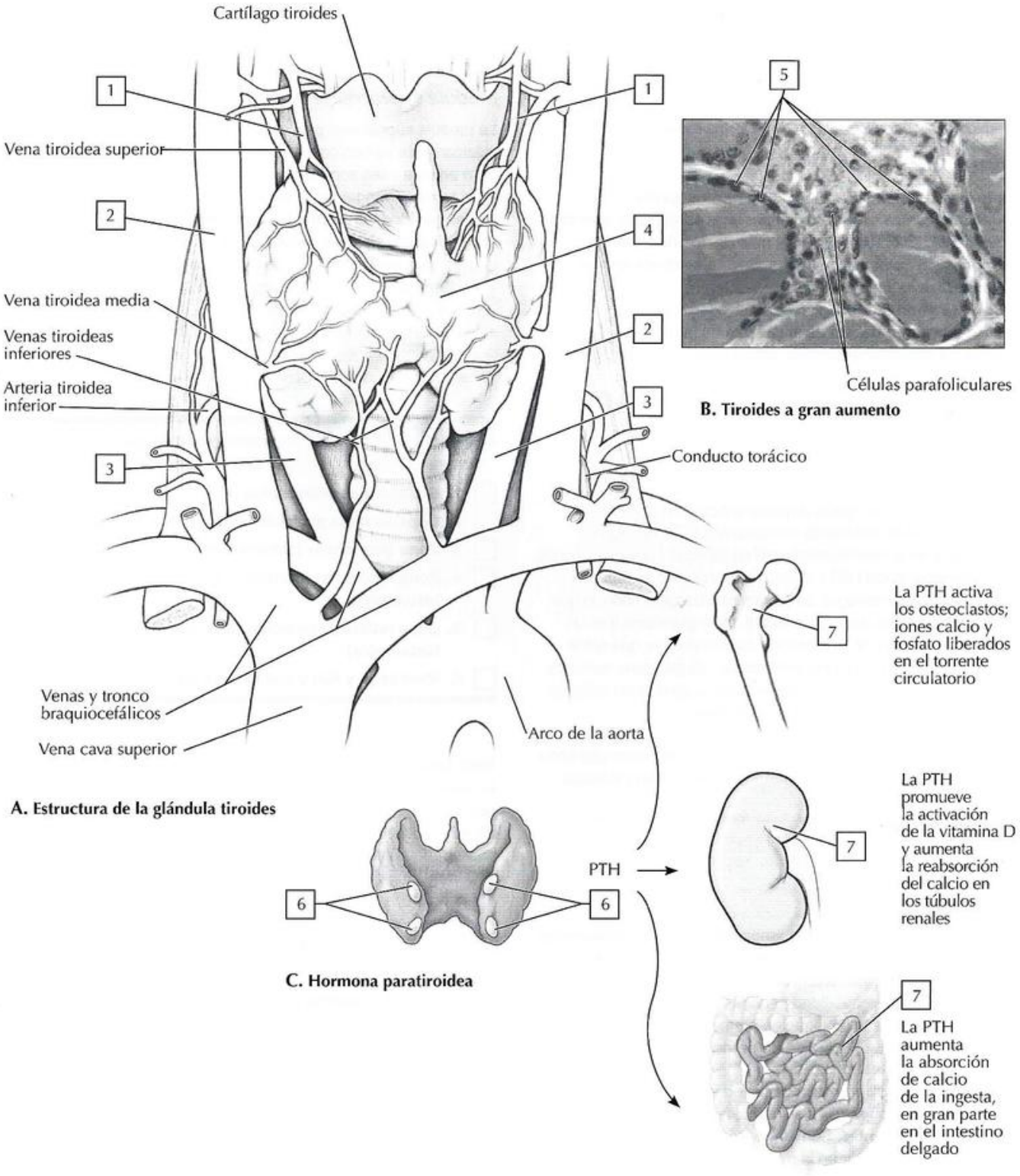
COLOREA los siguientes elementos de las glándulas paratiroides, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **6. Paratiroides (dos superiores y dos inferiores)**
- ☐ **7. Localizaciones de tejidos diana (hueso, riñón, intestino delgado)**

Nota clínica:

La **enfermedad de Graves,** una enfermedad autoinmunitaria, es la causa más común de hipertiroidismo en pacientes menores de 40 años y afecta a las mujeres siete veces más frecuentemente que a los varones. El exceso de síntesis y liberación de hormona tiroidea causa tirotoxicosis, que aumenta el metabolismo tisular y provoca sudoración, nerviosismo, excitabilidad, insomnio, bocio (agrandamiento de la glándula tiroides), piel cálida y aterciopelada, aumento del apetito, pérdida de peso, disnea, debilidad muscular y exoftalmos (ojos saltones).

El **hipotiroidismo** es una enfermedad en la cual la glándula tiroides produce cantidades insuficientes de hormona tiroidea para satisfacer las necesidades del cuerpo. Es más frecuente en mujeres que en varones y causa cabello seco y quebradizo, letargo, deterioro de la memoria, habla lenta, edema facial, sensaciones de frío, sudoración disminuida, pulso lento, hipertrofia cardíaca, piel seca y gruesa y debilidad muscular.


Cartílago tiroides
1
Vena tiroidea superior
2
Vena tiroidea media
Venas tiroideas inferiores
Arteria tiroidea inferior
3
Venas y tronco braquiocefálicos
Vena cava superior
1
4
2
3
Conducto torácico
Arco de la aorta
A. Estructura de la glándula tiroides
5
Células parafoliculares
B. Tiroides a gran aumento
7
La PTH activa los osteoclastos; iones calcio y fosfato liberados en el torrente circulatorio
PTH
6
6
C. Hormona paratiroidea
7
La PTH promueve la activación de la vitamina D y aumenta la reabsorción del calcio en los túbulos renales
7
La PTH aumenta la absorción de calcio de la ingesta, en gran parte en el intestino delgado

11 Glándulas suprarrenales

Las dos glándulas suprarrenales (adrenales) son **glándulas endocrinas retroperitoneales** que están recostadas encima del polo superior de cada riñón, por debajo del diafragma suprayacente. Cada glándula normalmente pesa alrededor de 7-8 g, está ricamente vascularizada y se compone de una **corteza** externa y una **médula** interna. La glándula suprarrenal derecha a menudo tiene forma piramidal y la glándula izquierda es de forma semilunar.

Corteza suprarrenal

Tanto la corteza como la médula suprarrenal están abundantemente vascularizadas por una red vascular orientada radialmente. La corteza produce más de dos docenas de hormonas esteroideas y estructuralmente se divide en tres regiones histológicas distintas:

- **Zona glomerular:** la región cortical externa que se encuentra justo debajo de la cápsula de la glándula; produce mineralocorticoides, principalmente aldosterona
- **Zona fascicular:** una zona intermedia que produce glucocorticoides, principalmente cortisol (muy importante en el ser humano), corticosterona y cortisona
- **Zona reticular:** la región cortical más interna que produce andrógenos

La **aldosterona** desempeña un papel crítico en la regulación del compartimento del líquido extracelular (LEC) y el volumen sanguíneo y en el mantenimiento del equilibrio del potasio. Cuando el compartimento del LEC y el volumen sanguíneo se reducen (p. ej., diarrea o hemorragia), se libera renina desde el riñón, lo que aumenta los niveles de angiotensina II. La angiotensina II es un potente estimulador de la secreción de aldosterona, que actúa entonces sobre las glándulas sudoríparas, las glándulas salivares, el intestino y los riñones para retener sodio y agua en un esfuerzo por aumentar el LEC y el volumen sanguíneo.

El **cortisol** ejerce acciones directas e indirectas sobre una serie de tejidos y se considera una hormona que se libera durante el estrés. Provoca:

- Pérdida de masa muscular
- Depósito de grasa
- Hiperglucemia
- Resistencia a la insulina
- Osteoporosis
- Acciones inmunosupresoras (antiinflamatorias) y antialérgicas
- Disminución de la producción de tejido conectivo que conduce a una mala cicatrización de las heridas
- Aumento de la excitabilidad nerviosa
- Aumento de la tasa de filtración glomerular (diuresis acuosa), retención de sodio y pérdida de potasio

Los **andrógenos suprarrenales** tienen importancia en la pubertad en ambos sexos y en la mujer son la fuente primaria de andrógenos circulantes. Son los responsables del crecimiento del vello púbico y axilar en la mujer, mientras que la testosterona testicular lo hace en el varón. En general, los efectos de los andrógenos son anabólicos, provocando un aumento de la masa muscular y la formación de hueso. También causan hipertrofia de las glándulas sebáceas (que provoca el acné), retracción de la línea capilar y crecimiento del vello facial (piensa en los efectos del abuso de esteroides anabólicos por los atletas).

Médula suprarrenal

La médula suprarrenal produce dos hormonas, que clásicamente se han considerado como neurotransmisores, pero en este caso son hormonas verdaderas, ya que se liberan en el torrente sanguíneo. Las células de la médula suprarrenal son en realidad los **elementos posganglionares de la división simpática del sistema nervioso autónomo** (SNA) y producen la respuesta de «lucha o huida». Las dos hormonas son:

- Adrenalina (A) (epinefrina): representa alrededor del 80% de las secreciones medulares
- Noradrenalina (NA) (norepinefrina): el 20% de las secreciones medulares, aunque tiene un papel más importante como neurotransmisor en el SNA

COLOREA los siguientes elementos de la glándula suprarrenal, utilizando un color diferente para cada uno:

- ☐ **1. Glándulas suprarrenales**
- ☐ **2. Cápsula de la glándula (sección histológica)**
- ☐ **3. Zona glomerular (aldosterona) (sección histológica)**
- ☐ **4. Zona fascicular (cortisol) y sus células (sección histológica)**
- ☐ **5. Zona reticular (andrógenos) y sus células (sección histológica)**
- ☐ **6. Médula (A y NA) y sus células (sección histológica)**

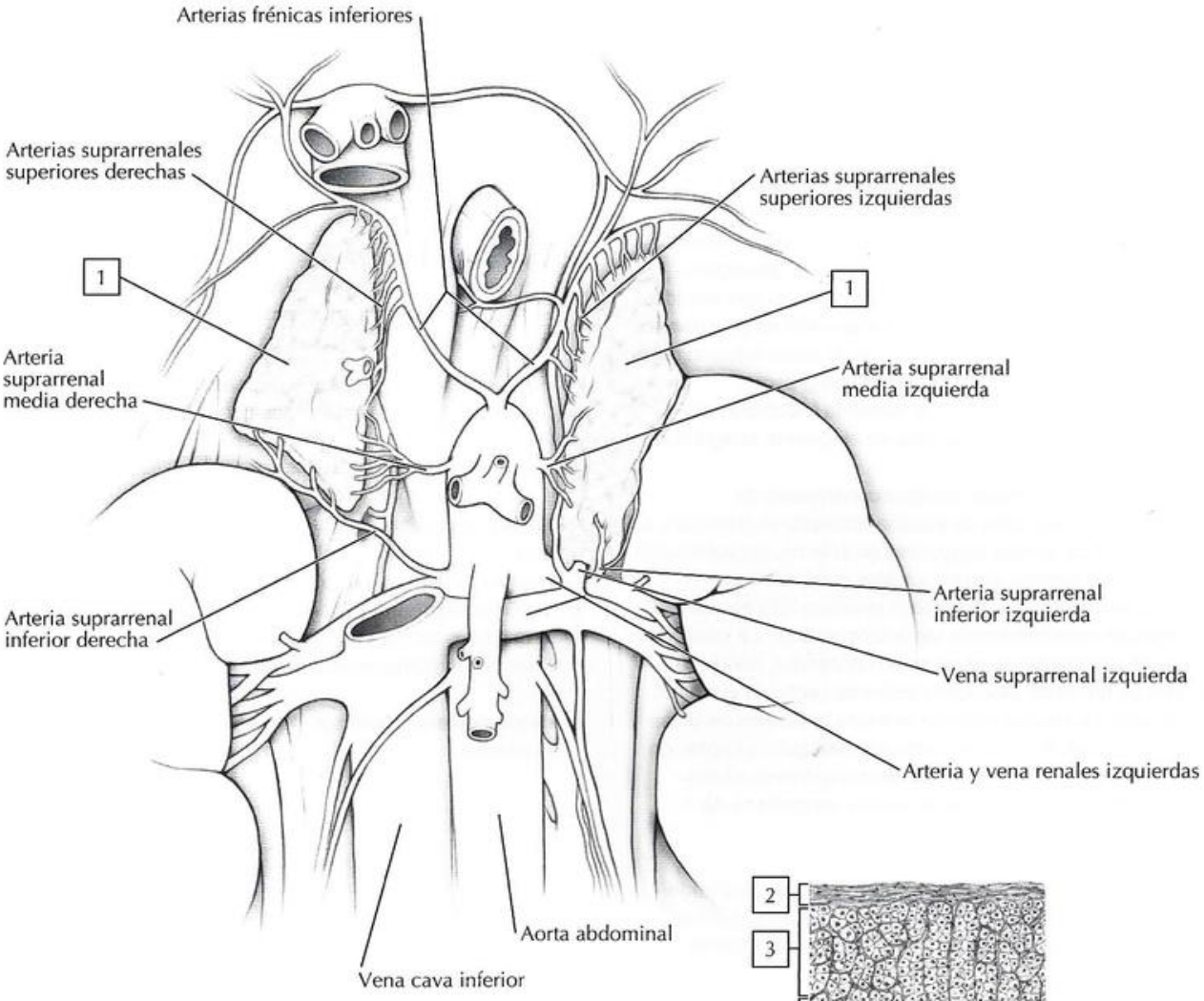
Nota clínica:

La **enfermedad de Addison** se denomina también insuficiencia corticosuprarrenal crónica; esta enfermedad por lo general no se manifiesta hasta que se destruye un 90% de la corteza suprarrenal. Entre las manifestaciones se incluyen:

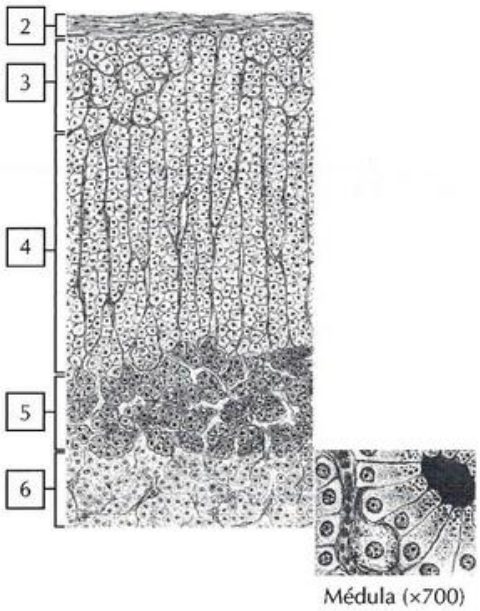
- Oscurecimiento del cabello
- Aparición de pecas en la piel; pigmentación de la piel
- Hipotensión
- Pérdida de peso, anorexia, vómitos y diarrea
- Debilidad muscular

El **síndrome de Cushing** está causado por cualquier condición que provoque un aumento en los niveles de glucocorticoides. Entre las características clínicas se incluyen:

- Mejillas rojas y una cara de «luna llena»
- Almohadillas de grasa entre los hombros («joroba de búfalo») y brazos y piernas delgadas
- Magulladuras y piel delgada
- Osteoporosis
- Distensión abdominal con estrías en la piel de color rojo
- Mala cicatrización de las heridas



A. Glándulas suprarrenales



Médula (×700)

B. Glándula suprarrenal humana normal

11 Páncreas

El páncreas endocrino está representado por grupos de islotes celulares (de Langerhans), una población heterogénea de células responsables principalmente de la elaboración y secreción de varias hormonas (en menor medida, también son elaboradas otras por los islotes):

- **Glucagón:** secretado por las células alfa
- **Insulina:** secretada por las células beta
- **Somatostatina (SS):** secretada por las células delta

El **glucagón** es una **hormona de movilización de combustible** que actúa sobre el hígado para descomponer el glucógeno y estimula la gluconeogénesis hepática a partir de aminoácidos. Esto provoca un **aumento en la concentración de glucosa en sangre.** El glucagón también actúa sobre el tejido adiposo para estimular la lipólisis y la liberación de ácidos grasos.
El efecto neto del glucagón es que aumenta los niveles de glucosa, ácidos grasos y cetoácidos en el torrente sanguíneo.

La **insulina** es una **hormona de almacenamiento de combustible.** La secreción de insulina aumenta en presencia de un aumento en los niveles de glucosa en plasma, especialmente después de una comida. Los principales combustibles corporales son la glucosa, los ácidos grasos y los cetoácidos (derivados del metabolismo de los ácidos grasos). La insulina **estimula la captación de glucosa** en las células, donde se almacena en forma de glucógeno (especialmente en el hígado y el músculo). La insulina también estimula la síntesis de grasa e inhibe la lipólisis. Por último, la insulina estimula la captación de aminoácidos en las células y su almacenamiento como proteína. El efecto neto es que los niveles sanguíneos de glucosa y cetoácidos disminuyen.

Poco se sabe sobre el papel de la SS en el páncreas. Puede inhibir la liberación de muchas de las secreciones exocrinas y endocrinas GI y pancreáticas, y ya se sabe que inhibe la liberación de GH.

COLOREA los siguientes elementos del páncreas endocrino, utilizando los colores sugeridos para cada uno:

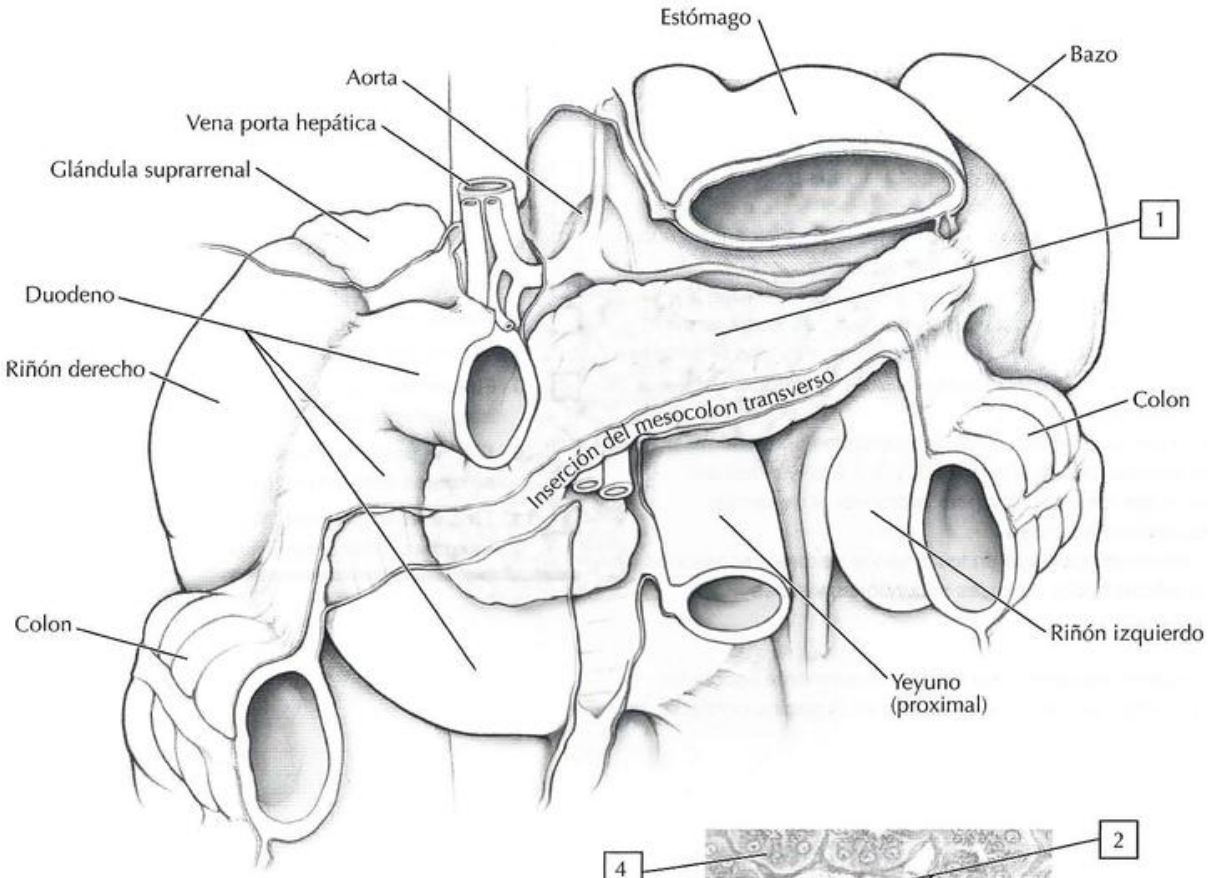
- ☐ **1. Páncreas (cabeza, proceso unciforme, cuerpo y cola) (verde; v. lámina 8-10)**
- ☐ **2. Células delta (azul claro) (SS)**
- ☐ **3. Células alfa (naranja) (glucagón)**
- ☐ **4. Ácinos del páncreas exocrino fuera de los islotes (rojo)**
- ☐ **5. Células beta (amarillo) (insulina)**

Nota clínica:
La **diabetes mellitus (DM)** afecta a unos 15 millones de personas en Estados Unidos, y esa cifra probablemente está subestimada. Hay dos tipos de DM:

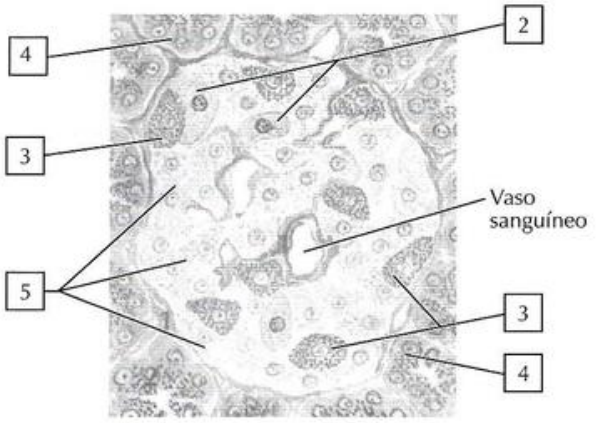
- **Tipo I:** DM insulinodependiente; la insulina está ausente o casi ausente en los islotes pancreáticos debido a la destrucción de los islotes por el sistema inmunitario corporal (enfermedad autoinmunitaria), por lo que requiere la administración de insulina exógena
- **Tipo II:** DM no insulinodependiente; la insulina está presente en el plasma a niveles normales o por encima de lo normal, pero las células diana son hiposensibles a la insulina; aproximadamente el 90% de las DM son del tipo II

Las complicaciones vasculares representan alrededor del 80% de todas las muertes relacionadas con la DM; entre ellas se pueden incluir:

- **Retinopatía:** microaneurismas vasculares y hemorragias en los vasos que irrigan la retina
- **Accidente cerebrovascular isquémico:** trombosis cerebrovascular, a menudo de placas que se rompen en las arterias carótidas o los vasos cerebrales
- **Infarto de miocardio:** oclusión de las ramas de las arterias coronarias que irrigan el corazón
- **Nefropatía:** glomeruloesclerosis de los vasos glomerulares renales
- **Aterosclerosis:** formación de placa en la aorta y sus ramas principales



A. Páncreas in situ



B. Sección a bajo aumento de las células del islote pancreático

11 Pubertad

La pubertad se inicia generalmente entre los 10 y los 14 años de edad y marca la maduración de los órganos reproductores en ambos sexos, así como el desarrollo de las características sexuales secundarias. Uno o dos años antes de la pubertad, aumentan los niveles de andrógenos suprarrenales (adrenarquia), que son responsables en ambos sexos del desarrollo temprano del vello púbico y axilar y de un aumento en el tamaño corporal.

En la pubertad se producen los siguientes eventos:

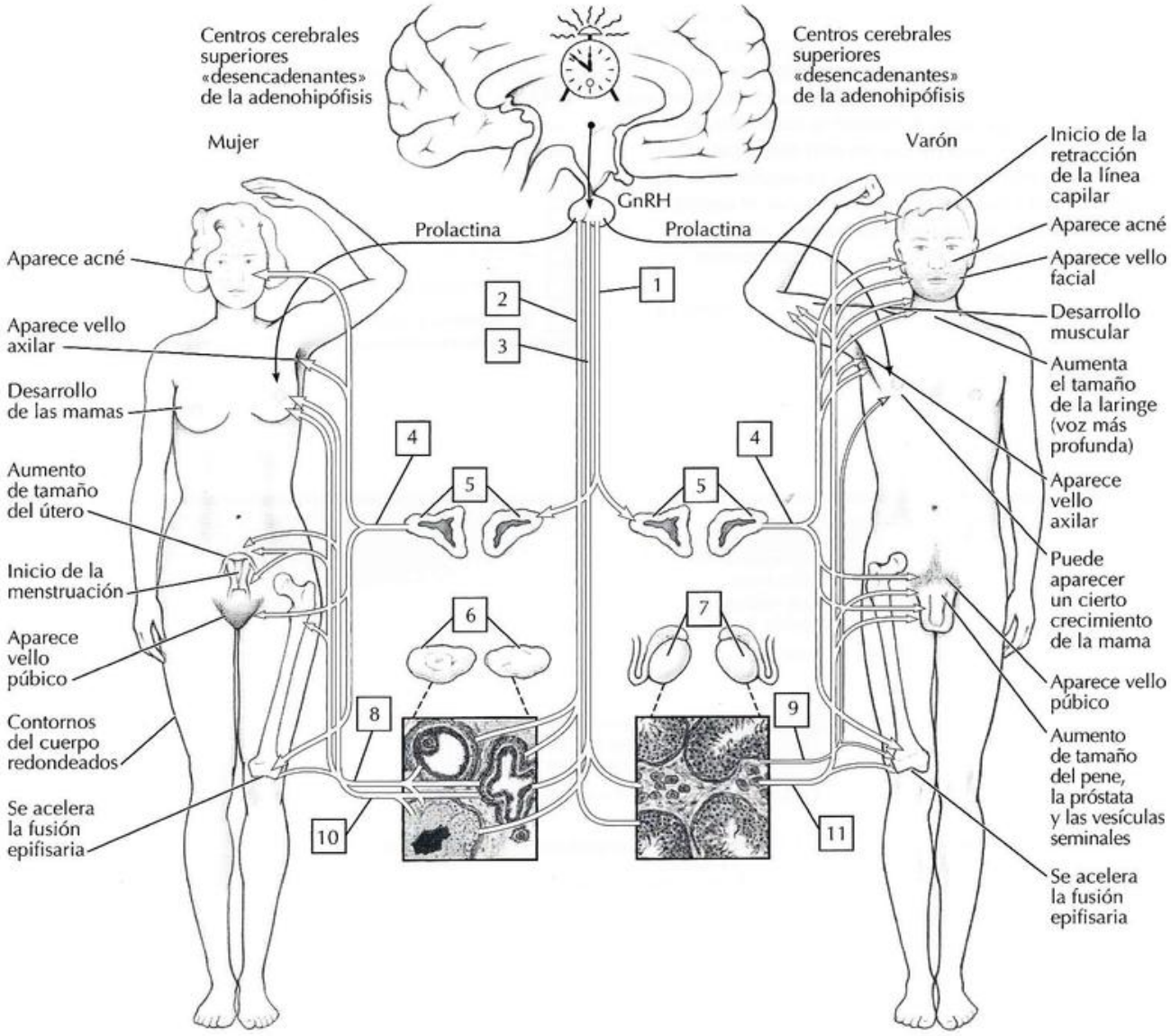
- El hipotálamo aumenta la liberación de GnRH
- La GnRH estimula la liberación de LH y FSH por la adenohipófisis
- En la mujer, la LH se dirige al ovario para producir andrógenos que se convierten a continuación en estrógenos (E); la LH también estimula la producción de progesterona (P); la FSH estimula la producción de E a partir de andrógenos
- Después, los E inducen los cambios en los órganos sexuales accesorios y las características sexuales secundarias visibles en la pubertad
- En el varón, la LH actúa sobre los testículos para estimular la producción de testosterona (T), y la T y la FSH actúan juntas sobre los testículos para promover el desarrollo de los espermatozoides
- La T induce los cambios en los órganos sexuales accesorios y las características sexuales secundarias visibles en la pubertad

Los caracteres sexuales secundarios comúnmente asociados con la pubertad se ilustran y enumeran en la página contigua.

COLOREA los elementos de la pubertad resumidos en la ilustración, utilizando los colores sugeridos para cada uno:

- ☐ **1. Flecha ACTH (dirigida a las glándulas suprarrenales) (verde)**
- ☐ **2. Flecha FSH (dirigida a los ovarios y los testículos) (naranja)**
- ☐ **3. Flecha LH (dirigida a los ovarios y los testículos) (marrón)**
- ☐ **4. Andrógenos suprarrenales (rosa)**
- ☐ **5. Corteza suprarrenal (amarillo)**
- ☐ **6. Ovarios (rosa/rojo claro)**
- ☐ **7. Testículos (gris)**
- ☐ **8. Flecha estrógeno (objetivo: características sexuales femeninas) (rojo)**
- ☐ **9. Flecha estrógeno (objetivo: características sexuales masculinas) (azul)**
- ☐ **10. Flecha progesterona (objetivo: características sexuales femeninas) (oro)**
- ☐ **11. Flecha testosterona (objetivo: características sexuales masculinas) (lila)**

Inicio de la pubertad



11 Hormonas del sistema digestivo

Se puede decir que el mayor órgano endocrino del cuerpo humano es el tubo digestivo. La compleja fisiología del tracto GI que implica la digestión, absorción, peristaltismo, metabolismo y almacenamiento está regulada por las acciones complejas e integradas de los sistemas endocrino, neuroendocrino, nervioso e inmunitario. El gran número de hormonas diferentes implicadas está más allá del alcance de este libro, pero algunos de los «protagonistas principales» merecen ser presentados.

La composición de la **saliva** es modificada por las acciones de la ADH y la aldosterona, mientras que las principales hormonas gastrointestinales (GI) regulan la **actividad secretora** del estómago, el páncreas y el hígado. Del mismo modo, **hormonas** como la insulina, el glucagón, el cortisol, la adrenalina, la noradrenalina y la hormona del crecimiento desempeñan un papel clave en el metabolismo orgánico. La regulación de las reservas de energía corporales, comer y ayunar, el control de la obesidad y la termorregulación implican los mecanismos integrados de los sistemas endocrino y neuroendocrino.

Sin embargo, si nos centramos principalmente en el tracto GI abdominal, cinco hormonas principales desempeñan un papel clave. Docenas de otras hormonas menores y moléculas neuroendocrinas son necesarias para el funcionamiento óptimo, pero estas cinco son fundamentales y se resumen en la siguiente tabla.

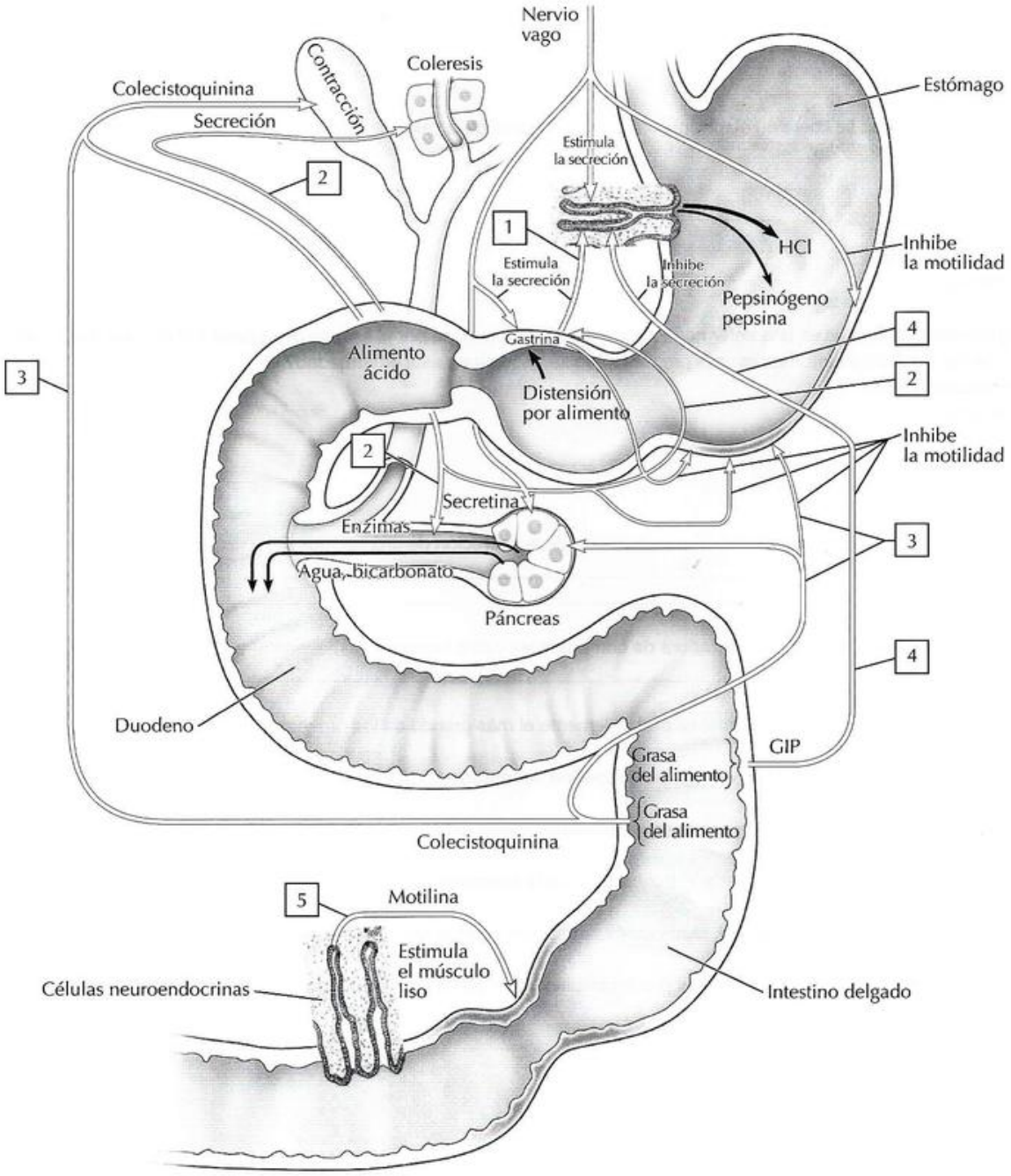
Entre estas hormonas es un hecho general que participan en un **mecanismo de retroalimentación** que regula el medio interno del tubo digestivo y actúan sobre múltiples células diana. Incluso entre comidas, hormonas como la motilina inician el **«complejo mioeléctrico migratorio»** (CMM), que consiste en ondas peristálticas que limpian el tracto gastrointestinal de las partículas residuales de alimento y las mueven hacia el colon. Esto limpia esencialmente el estómago y el intestino delgado de bacterias que de otro modo podrían florecer, multiplicarse allí y causar enfermedades.

COLOREA las siguientes flechas que muestran los lugares de destino de las principales hormonas GI, utilizando el color sugerido para la flecha de cada hormona:

- ☐ **1. Gastrina (rojo)**
- ☐ **2. Secretina (azul)**
- ☐ **3. CCK (verde)**
- ☐ **4. GIP (amarillo)**
- ☐ **5. Motilina (naranja)**

HORMONA	TIPO DE CÉLULA NEUROENDOCRINA Y LOCALIZACIÓN	ESTÍMULO DE SECRECIÓN	ACCIÓN PRINCIPAL	OTRAS ACCIONES
Gastrina	**Célula G** Estómago, duodeno	Vago, distensión de órganos, aminoácidos	Estimula la secreción de HCl	Inhibe el vaciamiento gástrico
Secretina	**Célula S** Duodeno	Ácido	Estimula la secreción de H_2O y HCO_3^- por la célula del conducto pancreático	Inhibe la secreción gástrica y la motilidad gástrica y estimula la secreción de H_2O y HCO_3^- por el conducto biliar
Colecistoquinina	**Célula I** Duodeno, yeyuno	Grasa, vago	Estimula la secreción de enzimas por las células acinares pancreáticas y contrae la vesícula biliar	Inhibe la motilidad gástrica
GIP	**Célula K** Duodeno, yeyuno	Grasa	Inhibe la secreción y motilidad gástrica	Estimula la secreción de insulina
Motilina	**Célula M** Duodeno, yeyuno		Inhibe la motilidad e inicia el CMM	

Hormonas GI principales



PREGUNTAS DE REPASO

1. ¿Cuál de los siguientes órganos endocrinos es responsable de la contracción uterina, la expulsión de la leche y la concentración de la orina?
   A. Corteza suprarrenal
   B. Riñón
   C. Ovario
   D. Paratiroides
   E. Neurohipófisis

2. Cuando una hormona se libera en el torrente sanguíneo a través de un axón, ¿cuál de los siguientes tipos de comunicación intercelular está ocurriendo?
   A. Autocrina
   B. Endocrina
   C. Holocrina
   D. Neuroendocrina
   E. Paracrina

3. La enfermedad de Graves es una enfermedad autoinmunitaria causada por el exceso de síntesis y liberación de hormona tiroidea. ¿Cuál de los siguientes síntomas es más probable que se observe en esta enfermedad?
   A. Sensación de frío
   B. Piel seca
   C. Edema facial
   D. Excitabilidad
   E. Pulso lento

4. El síndrome de Cushing se caracteriza por un aumento de la secreción de una hormona de una glándula. ¿De cuál se trata? Sé específico en la respuesta. _____

5. Se sabe que hay una hormona «movilizadora de combustible» y otra hormona «almacenadora de combustible». Nombra estas dos hormonas: _____

6. ¿Qué órgano endocrino (grasa excluida) es probablemente el más grande de los órganos endocrinos? _____

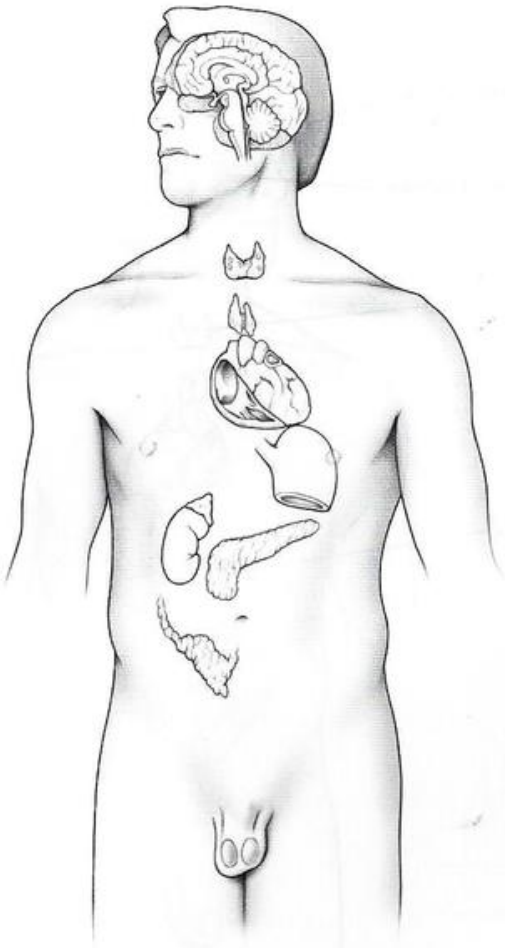
Para cada descripción (7-10), colorea el órgano endocrino apropiado en la imagen

7. Este órgano endocrino regula las cantidades circulantes de calcio (un aumento) en el torrente sanguíneo.

8. La somatostatina (SS), liberada por esta estructura, inhibe la liberación de hormona del crecimiento (GH).

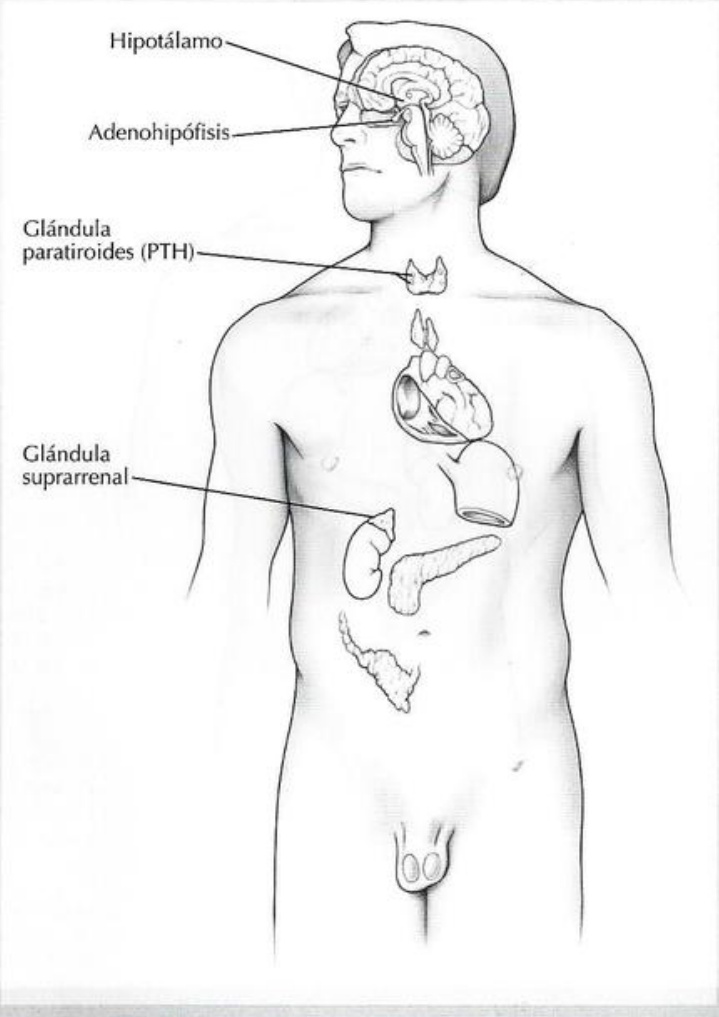
9. Esta glándula endocrina libera cortisol, aldosterona, andrógenos, adrenalina y noradrenalina.

10. Las hormonas gonadotropas son liberadas por las células basófilas de este órgano endocrino.



RESPUESTAS

1. E
2. D
3. D
4. Glucocorticoides (principalmente cortisol) de la corteza suprarrenal (zona fascicular)
5. Glucagón e insulina (del páncreas)
6. Tubo digestivo
7. Glándula paratiroides (PTH)
8. Hipotálamo
9. Glándula suprarrenal
10. Adenohipófisis


Hipotálamo
Adenohipófisis
Glándula paratiroides (PTH)
Glándula suprarrenal

Índice alfabético

Nota: los números sin negrita indican las páginas de texto y los números en **negrita** indican las láminas con imágenes.

A

Abdomen, 1-1, **1-1**
  músculos de la pared
    anterior, 3-12, **3-12**
    posterior, 3-14, **3-14**
Abducción, 1-3, **1-3**
  músculos extraoculares, 3-3, **3-3**
  pulgar, **2-14**
Abertura
  lateral (de Luschka), **4-17**
  media (de Magendie), **4-17**
Absceso, músculo psoas, 3-14
Acetábulo, 1-9, **1-9, 2-15**
Acetilcolina, 4-19
Ácido clorhídrico, **11-8**
Acidófilas, 11-3, **11-3**
Ácinos del páncreas exocrino, 11-6, **11-6**
Acromion, **1-9, 2-8, 2-10, 2-11, 3-17**
Acueducto mesencefálico, **4-12, 4-17**
Addison, enfermedad, 11-5
Adenohipófisis, **4-11,** 11-1, **11-1,** 11-2, **11-2, 11-7**
Adipocitos, 1-6, **1-6**
Adrenalina, 11-5
Aducción, 1-3, **1-3**
  músculos extraoculares, 3-3, **3-3**
  pulgar, **2-14**
Adventicia, **8-10**
Agujero
  ciático mayor, **2-15**
  ciego, **3-4**
  de Luschka. *Véase* Abertura, lateral (de Luschka)
  de Magendie. *Véase* Abertura, media (de Magendie)
  espinoso, **2-3**
  interventricular (de Monro), **4-17**
  intervertebral, 2-5, **2-9**
  magno, **2-3**
  mandibular, 2-4, **2-4**
  omental (de Winslow), **8-5,** 8-6, **8-6**
  oval, **2-3,** 5-22, **5-22**
  rasgado, **2-3**
  redondo, **2-3**
  sacro, 2-7, **2-7**
  transverso, 2-5, 2-6, **2-6**
  vertebral, 2-5, **2-5**
  yugular, **2-3, 5-11**
Albúminas, **5-1**
Aldosterona, 11-5
Alvéolo, 7-1, **7-6**
  plexo capilar, **7-6**
Alzheimer, enfermedad, 4-9
Ametropías, 4-24
Ampolla, **4-25,** 4-26, **4-26**
  conducto deferente, **10-6**
  hepatopancreática, 8-10, **8-10**
  trompa uterina, 10-2, **10-2**
Anastomosis
  atrioventricular, **5-7**
  portosistémica, 5-19, **5-19**
Andrógenos suprarrenales, 11-5, 11-7, **11-7**
Anestesia epidural, 4-18, **4-18**
Aneurismas, 5-14
Anfiartrosis, 1-8
Angina de pecho, 5-6
Anillo
  fibroso, 2-5, **2-5,** 2-7, **2-7**
  inguinal superficial, **3-13, 3-16**
  tendinoso común, **3-3**
Anosmia, 4-27
Antebrazo, **1-1**
  biomecánica, **3-20**
  huesos, 2-12, **2-12**
  músculos
    anteriores, 3-21, **3-21**
    posteriores, 3-22, **3-22**
Anterior (ventral), 1-2, **1-2**
Anticuerpos, 6-3, **6-3**
Antígeno, 6-3, **6-3,** 6-4, **6-4**
Antro pilórico, 8-6, **8-6**
Aorta, **3-11, 6-7, 7-1, 9-1**
  abdominal, 5-14, **5-14, 5-16, 8-5, 11-5**
    ramas, 5-14
  ascendente, 5-4, **5-4, 7-5**
  descendente, **5-12, 7-5**
  prenatal, **5-22**
  torácica, 5-14, **5-14, 8-4**
Aparato de Golgi, 1-4, **1-4, 4-1**
Apéndice(s)
  omentales (epiploicos), 8-8, **8-8**
  vermiforme, 6-6, **6-6, 8-7,** 8-8, **8-8**
Apófisis
  condilar, ATM, **2-4**
  coracoides, 2-10, **2-10, 2-11, 2-12, 3-17, 3-19**
  espinosa, 2-5, **2-5**
    vértebra C7, **3-9**
    vértebra L3, **8-5**
    vértebra T12, **3-9, 3-17**
    vértebras torácicas, 2-6, **2-6**
  estiloides
    ATM, **2-4, 3-4, 3-5**
    cúbito, **2-12**
  lateral del cartílago del tabique nasal, 7-2, **7-2**
  mastoides, **3-7**
  transversa, 2-5, **2-5**
    C1, **3-8**
    torácica, **2-6**
    vértebra cervical, 2-6, **2-6**
  xifoides, 2-8, **2-8**
Aponeurosis
  epicraneal, **3-1**
  músculo oblicuo
    externo del abdomen, 3-12, **3-12,** 3-13, **3-13**
    interno del abdomen, 3-12, **3-12**
  músculo transverso del abdomen, 3-12, **3-12**
  palmar, **3-21**
  plantar, 3-31, **3-31**
Aquiles, tendón, **2-20,** 3-30, **3-30**
Aracnoides, 1-13, 4-18, **4-17, 4-18**
Arco
  aorta, 5-3, **5-3,** 5-4, **5-4, 8-4**
  cigomático, **3-2**
  longitudinal, 2-19, **2-19**
  palmar
    profundo, 5-12, **5-12**
    superficial, 5-12, **5-12**
  pie, **2-19**
  plantar, **5-13, 5-21**
  posterior, C1, 2-6, **2-6**
  transverso, 2-19, **2-19**
  venoso dorsal, 5-21
  venoso palmar, **5-20**
  vertebral, 2-5, **2-5,** 2-9, **2-9**
Área(s)
  entorrinal, **4-27**
  motoras, cerebro, **4-4**
  sensitivas, cerebro, **4-4**
Aréola, 10-5, **10-5**
Arteria(s)
  alveolar
    inferior, 5-9, **5-9**
      ramo mentoniano, **5-8**
    superior, **5-8,** 5-9, **5-9**
  arqueadas, 9-2, **9-2**
  auricular posterior, 5-8, **5-8**
  axilar, 5-12, **5-12**
  basilar, 5-10, **5-10**
  braquial, 5-12, **5-12**
    profunda, 5-12, **5-12**
  bronquial, **5-14**
  bucal, **5-9**
  cabeza, 5-8, **5-8,** 5-9, **5-9**

Arteria(s) *(cont.)*
carótida
común, **5-3,** 5-8, **5-8, 5-9, 5-12, 8-4**
izquierda, 5-14, **5-14**
externa, 5-8, **5-8, 5-9**
interna, **2-3, 5-9,** 5-10, **5-10, 5-11,** 11-4, **11-4**
central, 6-5, **6-5**
cerebelosa
inferior
anterior, 5-10, **5-10**
posterior, **5-10**
superior, **5-10**
cerebral
anterior, 5-10, **5-10**
media, 5-10, **5-10**
posterior, 5-10, **5-10**
cervical
ascendente, **5-8**
profunda, **5-8**
transversa, **5-8**
circunfleja
escápula, **5-12**
femoral
lateral, **5-13**
medial, **5-13**
humeral
anterior, **5-12**
posterior, **5-12**
cólica
derecha, 5-15, **5-15, 8-7**
izquierda, 5-15, **5-15**
media, 5-15, **5-15**
comunicante
anterior, 5-10, **5-10**
posterior, 5-10, **5-10**
coronarias, 5-6, **5-6, 5-14**
derecha, 5-6, **5-6**
izquierda, 5-6, **5-6**
sistema parasimpático, efectos, 4-20
sistema simpático, efectos, 4-19
cubital, 5-12, **5-12**
cuello, 5-8, **5-8**
digitales, **5-12**
dorsal
clítoris, **5-16**
escápula, 5-8
pie, 5-13, **5-13**
esfenopalatina, **5-8,** 5-9, **5-9**
espirales del endometrio, 10-4, **10-4**
esplénica, 5-15, **5-15, 8-10**
facial, 5-8, **5-8, 5-9, 8-2**
faríngea ascendente, **5-9**
femoral, 5-13, **5-13**
profunda, **5-13**
frénica inferior, **5-14, 11-5**
gástrica
derecha, **8-10**
izquierda, 5-15, **5-15**
glútea
inferior, 5-16, **5-16**
superior, 5-16, **5-16**
gonadales, 5-14, **5-14**
grandes, 5-7, **5-7**
hepática
común, 5-15, **5-15**
derecha, **5-15**
izquierda, **5-15**
propia, **8-10**
rama, 8-9, **8-9**
hipotalámica, **5-10**
hueso, 2-1, **2-1**
ileocólica, 5-15, **5-15, 8-7**
ilíaca
común, **5-13,** 5-14, **5-14,** 5-16, **5-16**
derecha, 5-16, **5-16**
izquierda, 5-16
externa, **5-13, 5-14**
interna, **5-13, 5-14**
infraorbitaria, **5-8,** 5-9, **5-9**
intercostal
anterior, **5-14**
posterior, **3-11**
suprema, **5-8**
interlobulares, 9-2, **9-2**
interlobulillares, 9-2
interósea común, **5-12**
intestinales, **5-15**
laberíntica, **5-10**
labial posterior, **5-16**
lenticuloestriadas, **5-10**
lingual, 5-8, **5-8, 5-9**
marginal, **5-15**
maxilar, 5-8, **5-8,** 5-9, **5-9**
medianas, 5-7, **5-7**
meníngea media, **5-8,** 5-9, **5-9**
mesentérica
inferior, 5-14, **5-14,** 5-15, **5-15**
ramas, 5-15, **5-15**
superior, 5-14, **5-14,** 5-15, **5-15, 8-7, 8-10, 9-2**
ramas, 5-15, **5-15**
miembro inferior, 5-13, **5-13**
miembro superior, 5-12, **5-12**
nódulo linfático, 6-1, **6-1**
obturatriz, **5-13,** 5-16, **5-16**
occipital, 5-8, **5-8**
oftálmica, **5-10**
organización general, 5-2, **5-2**
pelvis y periné, 5-16, **5-16**
pequeñas, 5-7, **5-7**
perineal, 5-16, **5-16**
peronea, 5-13, **5-13**
plantar
lateral, 5-13, **5-13**
medial, 5-13, **5-13**
pontinas, **5-10**
poplítea, 5-13, **5-13**
profunda
clítoris, **5-16**
pene, **10-8**
pudenda interna, 5-16, **5-16**
pulmonar, 7-5, **7-5,** 7-6, **7-6**
radiadas corticales, **9-2**
radial, 5-12, **5-12**
rectal
inferior, 5-16, **5-16**
superior, 5-15, **5-15**
rectas, **5-15, 8-7**
renales, 5-14, **5-14, 9-1,** 9-2, **9-2, 11-5**
sacra media, **5-14**
segmentarias, 9-2, **9-2**
sigmoideas, 5-15, **5-15**
subclavia, **3-8, 5-3,** 5-8, **5-8,** 5-12, **5-12, 8-4**
izquierda, 5-14, **5-14**
subcutánea, **1-12**
subescapular, **5-12**
supraescapular, **5-12**
suprarrenal, **5-14, 9-2, 11-5**
temporal superficial, 5-8, **5-8, 5-9**
testicular, **9-1**
tibial
anterior, 5-13, **5-13**
posterior, 5-13, **5-13**
tipos, 5-7, **5-7**
tiroidea
inferior, **5-8**
superior, 5-8, **5-8, 5-9,** 11-4, **11-4**
torácica
interna, 5-8, **5-8, 5-12**
lateral, **5-12**
toracoacromial, **5-12**
trabecular, **6-5**
tracto gastrointestinal, 5-15, **5-15**
umbilical, 5-16, **5-16,** 5-22, **5-22**
uterina, 5-16, **5-16**
vertebral, 5-8, **5-8,** 5-10, **5-10, 5-12**
vesical superior, 5-16, **5-16**
yeyunal, **5-15**
Arteriolas, 5-7, **5-7**
aferentes, 9-2, 9-3, **9-3, 9-4**
eferentes, 9-2, **9-3, 9-4**
renales, 9-2, 9-3, **9-3, 9-4**
Articulación(es)
acromioclavicular, plana, 1-9, **1-9,** 2-11, **2-11**
astragalocalcánea, 2-20
astragalocalcaneonavicular, 2-20
atlantoaxial, 1-9, **1-9,** 2-9, **2-9**
media, **2-9**
atlantooccipital, 2-9, **2-9**
biaxial, 1-9, 2-9, **2-9,** 2-14
cadera, 2-16, **2-16**
músculos, 3-32
plexo sacro, **4-31**
calcaneocuboidea, 2-20
carpo y dedos, 2-14, **2-14**
carpometacarpiana, 2-14
cartilaginosa, 1-8, **1-8**
primaria, 2-8
secundaria, **1-8,** 2-9, **2-9**
cigapofisaria, 2-9, **2-9**
columna vertebral, 2-9, **2-9**
condílea (elipsoide), 1-9, **1-9,** 2-9, **2-9**
costocondral, 2-8, **2-8**
craneovertebrales, 2-9, **2-9**
esferoidea, 1-9, **1-9**
cadera, 2-16, **2-16**
hombro, 2-11, **2-11**
esternocostal, 2-8, **2-8**
femororrotuliana, 2-18
fibrosa, 1-8, **1-8**
tibioperonea distal, 2-20
hombro, **1-1,** 2-10, **2-10**
elevación, 1-3, **1-3**
glenohumeral, 2-11, **2-11**
ligamentos y bolsas, 2-11, **2-11**
músculos, 3-24
anteriores, 3-18, **3-18**
posteriores, 3-17, **3-17**
humerocubital, 2-12, **2-12**
humerorradial, 2-12, **2-12**
intercarpianas, 2-14

interfalángicas, 2-14, **2-14,** 2-20, **2-20**
distal, músculos, 3-24
proximal
cápsula, 2-20, **2-20**
músculos, 3-24
intermetatarsianas, 2-20
intertarsianas, 2-20
músculos, 3-32
intervertebrales, 2-9, **2-9**
lumbosacra, 2-15
mediocarpiana, 2-14
metacarpofalángicas, 2-14, **2-14**
músculos, 3-24
metatarsofalángicas, 2-20, **2-20**
cápsula, 2-20, **2-20**
músculos, 3-32
multiaxial, 1-9
cadera, 2-16, **2-16**
metatarsofalángica, 2-20
pelvis, 2-15, **2-15**
plana, 1-9, **1-9**
acromioclavicular, 2-11, **2-11**
astragalocalcánea, 2-20
cigapofisaria, 2-9, **2-9**
intercondral, 2-8
sacroilíaca, 2-15
radiocarpiana distal, 2-14
radiocubital, 3-20, **3-20**
músculos, 3-24
pronación y supinación, 3-20, **3-20**
proximal, 2-12, **2-12**
rodilla, 1-9, **1-9**
flexión y extensión, 1-3, **1-3**
ligamentos, 2-18, **2-18**
músculos, 3-32
sacrococcígea, 2-15
sacroilíaca, 2-15
silla de montar, 1-9, **1-9**
esternoclavicular, 2-8
pulgar, 2-14
sinovial, 1-8, **1-8**
codo, 2-12, **2-12**
columna vertebral, 2-9
condílea, 1-9, **1-9**
esferoidea, 1-9, **1-9**
esternoclavicular, 2-8
gínglimo, 1-9, **1-9**
plana, 1-9, **1-9**
silla de montar, 1-9, **1-9**
trocoide, 1-9, **1-9**
talocrural, 2-20
tarsometatarsiana, 2-20
temporomandibular (ATM), 2-4, **2-4**
disco articular, **3-2**
tibioperonea distal, 2-20
troclear (gínglimo), 1-9, **1-9**
ATM, 2-4, **2-4**
humerocubital, 2-12, **2-12**
interfalángica, 2-14
talocrural, 2-20
trocoide, 1-9, **1-9**
uniaxial, 1-9, 2-9, **2-9**
codo, 2-12, **2-12**
interfalángica, 2-20
Asa
cervical, 4-28, **4-28**
descendente, **4-28**
de Henle, 9-3, **9-3, 9-4**
segmento delgado descendente y ascendente, 9-3, **9-3,** 9-4, **9-4**
de Meyer, **4-24**
Asma, 7-1
Aspiración, 7-5
Asta
anterior de la médula espinal, sustancia gris, 4-13, **4-13,** 4-14, **4-14**
occipital (posterior) del ventrículo lateral, **4-9**
posterior, sustancia gris de la médula espinal, 4-13, **4-13,** 4-14, **4-14**
Astigmatismo, 4-24
Astrágalo, 2-19, **2-19**
Astrocitos, 4-2, **4-2**
podocitos, **4-2**
Ataxia, 4-12
Aterosclerosis, 5-7
Atlas (C1), **1-9, 1-11, 2-5**
apófisis transversa, **3-8**
arco posterior, 2-6, **2-6**
ligamentos y articulaciones, 2-9, **2-9**
ramo posterior, **3-10**
Atrio, 5-4, **5-4**
derecho, 5-4, **5-4**
izquierdo, 5-4, **5-4**
Aurícula. *Véase* Atrio
Auscultación, áreas precordiales, 5-4, **5-4**
Autocrina, interacción célula a célula, 11-1, **11-1**
Autoinmunidad, 6-7
Axial, planos, 1-2, **1-2**
Axila, **1-1**
límites, 3-18
plexo braquial, **4-29**
Axis (C2), **2-5**
apófisis espinosa, **3-10**
diente, 2-6, **2-6**
ligamentos y articulaciones, 2-9, **2-9**
Axón(es), 4-1, **4-1, 4-3**
aferente, ganglio vestibular, 4-26, **4-26**
cono de emergencia, **4-1, 4-3**
hipotalámico, 11-2, **11-2,** 11-3
motor somático y cuerpo neuronal, 4-15, **4-15**
olfatorio, 4-27
parasimpático
posganglionar, 4-20, **4-20**
preganglionar, 4-20, **4-20**
sensitivo, 4-13, **4-13**
y cuerpo neuronal, 4-15, **4-15**
simpático
posganglionar, 4-19, **4-19**
preganglionar, 4-19, **4-19**

B

Bandeleta central, **3-23**
Barrera aire-sangre, 7-6
Barreras, invasión, 6-2, **6-2**
Bartolino, glándula, **3-16, 10-1**
Base del cráneo
orificios, 2-3, **2-3**
visión inferior, **2-2**
Basófilas, 5-1, **5-1,** 11-3, **11-3**
Bastones, 4-24, **4-24**
Bazo, 6-1, **6-1,** 6-4, **6-4,** 6-5, **6-5, 6-6**
Bell, parálisis, 3-1
Bíceps braquial, tendón, 2-11, **2-11, 2-12, 3-17**
rotura, 3-19
Biomecánica antebrazo, **3-20**
Boca, **1-1**
Bolsa, 1-9
articulación del hombro, 2-11, **2-11**
iliopectínea, **2-16**
omental, 8-5, **8-5, 8-6**
subacromial, 2-11, **2-11**
subdeltoidea, 2-11, **2-11**
subescapular, 2-11, **2-11**
suprarrotuliana, **2-18**
Botones
gustativos, 4-27, **4-27**
sinápticos, 4-3, **4-3**
Bowman, cápsula, 9-3, **9-3**
Brazo, **1-1**
húmero, 2-10, **2-10**
músculos, 3-19, **3-19**
fusiforme, **1-10**
Bronquiolo(s), 7-5
terminal, **7-6**
Bronquios
principales, **7-1,** 7-5, **7-5**
secundarios, 7-5, **7-5**
terciarios, 7-5, **7-5**
Buck, fascia, 10-8, **10-8**
Bulbo
pene, **9-5, 10-8**
vestíbulo, **3-16, 5-16, 9-5,** 10-1, **10-1**

C

Cabeza, 1-1, **1-1**
arterias, 5-8, **5-8,** 5-9, **5-9**
mandíbula, 2-4, **2-4**
venas, 5-11, **5-11**
Caja torácica, 1-7, 2-8, **2-8**
Calcáneo (talón), **1-1,** 2-19, **2-19**
Calcio, déficit, 2-1
Cálculos
biliares, 8-10
renales, 9-2
Cálices
mayores, 9-2, **9-2**
menores, 9-2, **9-2**
renales, 9-2, **9-2**
Calvaria, 2-2
Cámaras del ojo, **4-23**
Cambios fibroquísticos (enfermedad), 10-5
Cáncer
colorrectal, 8-8
mama, 10-5
páncreas, 8-10
próstata, 10-6
pulmón, 7-5
testículo, 10-7
Caninos, 2-4, **2-4,** 8-3, **8-3**
Capa(s)
arterias y venas, 5-7, **5-7**
basal, 1-12, **1-12,** 10-3, **10-3**
córnea, 1-12, **1-12**
epidermis, 1-12, **1-12**
espinosa, 1-12, **1-12**
funcional, 10-3, **10-3**
granulosa, 1-12, **1-12**
linfocitaria, 5-1, **5-1**
meninges, 4-18, **4-18**

Capa(s) *(cont.)*
músculos intrínsecos de la planta del pie, 3-31, **3-31**
retina, 4-24, **4-24**
Capilar, luz, **7-6**
Capilares, **4-2,** 5-7, **5-7**
alveolares, 7-6
glomerulares, endotelio, 9-3, **9-3**
Cápsula
adiposa, **9-1**
articulación
acromioclavicular, **2-11**
atlantoaxial, 2-9, **2-9**
atlantooccipital, 2-9, **2-9**
ATM, 2-4, **2-4**
cadera, **2-16**
codo, **2-12**
interfalángica, 2-14, **2-14**
bazo, 6-5, **6-5**
Bowman, 9-3, **9-3**
fibrosa
articulación sinovial, **1-8**
renal, **9-2**
glándula suprarrenal, 11-5, **11-5**
interna, 4-5, **4-5**
nódulo linfático, **6-1**
Cara
bucal, **8-3**
labial, **8-3**
mesial, **8-3**
Carcinomas, 1-5
Caries dental, 8-3
Carillas articulares, 2-5, **2-5**
sacro, **2-7**
Carpo (muñeca), **1-1**
articulaciones, 2-14, **2-14**
flexión y extensión, 1-3, **1-3**
huesos, **1-7,** 2-13, **2-13**
músculos, 3-24
Cartílago, **1-6**
alar
mayor, 7-2, **7-2**
menor, **7-2**
aritenoides, 3-6, **3-6, 7-4**
articular, **1-8,** 2-1, **2-1, 2-12,** 2-16
cabeza del fémur, 2-16, **2-16**
codo, **2-12**
corniculado, **3-6, 7-4**
costal, 2-8, **2-8**
cricoides, 3-6, **3-6,** 7-4, **7-4, 7-5**
elástico, 1-7
hialino, 1-7, 2-1, **2-1**
laríngeo, 3-6, **3-6, 7-4**
nariz, 7-2, **7-2**
tabique, 2-3, 7-2, **7-2**
tiroides, **3-5,** 3-6, **3-6, 7-1,** 7-4, **7-4, 7-5**
traqueal, **7-5**
Catarata, 4-23
Cateterización a través de la pared torácica, 3-11
Caudal (inferior), 1-2, **1-2**
Cavidad(es)
abdominopélvica, 1-13, **1-13**
venas, 5-18, **5-18**
bucal, **7-1,** 8-1, 8-2, **8-2**
corporales
dorsal, 1-13, **1-13**
ventral, 1-13, **1-13**
glenoidea, **2-11**
infraglótica, 7-4, **7-4**
medular, 2-1, **2-1**
paredes, **4-23,** 7-1, **7-1,** 7-2, **7-2**
nasal, paredes, 7-2, **7-2**
pleurales, 1-13, **1-13**
pulpar, 8-3, **8-3**
timpánica, **4-25**
torácica, 1-13, **1-13**
Celdillas etmoidales, 7-3, **7-3**
Célula(s)
adiposas (adipocitos), 1-6, **1-6**
alfa, 11-6, **11-6**
alveolar
tipo I, 7-6, **7-6**
tipo II, 7-6, **7-6**
B de memoria, 6-3, **6-3**
beta, 11-6, **11-6**
caliciformes, 8-8, **8-8**
de Leydig, 10-7, **10-7**
de Schwann, 4-1, 4-2, **4-27**
de Sertoli, 10-7, **10-7**
delta, 11-6, **11-6**
dendríticas, 6-1, 6-2, **6-2**
foliculares, 6-1
endotelial, **5-7**
capilar, 7-6, **7-6**
uniones, **7-6**
enteroendocrinas, 8-6, **8-6**
ependimarias, 4-2, **4-2**
epiteliales
germinales, 10-7, **10-7**
superficie, **8-6**
foliculares, glándula tiroides, 11-4, **11-4**
fotorreceptoras, 4-24
ganglio sensitivo del nervio espinal, **4-1**
ganglionares y axones de la retina, 4-24, **4-24**
gliales, 4-2, **4-2**
gustativas, 4-27, **4-27**
microvellosidades, 4-27, **4-27**
infectada
antígeno administrado, 6-3, **6-3**
moribunda, 6-3, **6-3**
intersticiales, 7-6, **7-6**
luteínicas, ovario, **10-2**
madre basales, 10-7, **10-7**
microglía, 4-2, **4-2**
mucosas del cuello, 8-6, **8-6**
músculo liso, **5-7**
neuroendocrinas, **11-8**
olfatoria, **4-1**
parietales, 8-6, **8-6**
pilosas
ciliadas, óticas, 4-25, **4-25,** 4-26, **4-26**
externas, 4-25, **4-25**
internas, 4-25, **4-25**
piramidal, corteza cerebral, **4-1**
plasmáticas, 1-6, **1-6, 6-3**
postsináptica, **4-3**
principales, 8-6, **8-6**
Purkinje, cerebelo, **4-1**
reticulares, 6-1
retina, **4-1**
sustentaculares, **4-27**
T, 6-3, **6-3,** 6-4, **6-4**
activadas, 6-3, **6-3**
asesinas, 6-3, **6-3**
cooperadoras, 6-3
de memoria, 6-3, **6-3**
supresoras, 6-3
yuxtaglomerulares, 9-3, **9-3**
Cemento, 8-3, **8-3**
Centríolos, 1-4, **1-4**
Centro tendinoso del periné. *Véase* Cuerpo(s), perineal
Cerebelo, 1-11, 4-4, **4-5, 4-10,** 4-12, **4-12, 11-2**
célula de Purkinje, **4-1**
esquema desplegado, **4-12**
lóbulo
anterior, 4-12, **4-12**
floculonodular, 4-12, **4-12**
Cerebro
lóbulos, 4-4, **4-4**
piamadre, 4-18, **4-18**
Ciática, 4-31
Ciclo
endometrial, **10-3**
menstrual, 10-4, **10-4**
Ciego, 8-1, **8-1, 8-7,** 8-8, **8-8**
Cifosis, 2-5
Cinocilio, **4-26**
Cintura
escapular, 2-10, **2-10**
pélvica, 1-7, **1-7,** 2-15, **2-15**
Circulación
fetal, 5-22, **5-22**
intrapulmonar, 7-6, **7-6**
prenatal y posnatal, 5-22, **5-22**
Circunducción, 1-3, **1-3**
Circunvolución. *Véase* Giro
Cirrosis hepática, 5-19, 8-9
Cisterna del quilo, **6-1, 6-7**
Citoplasma, 1-4, **1-4**
Citoquinas, 6-2, **6-2**
Clavícula, **1-9,** 2-8, **2-8,** 2-10, **2-10, 3-7, 3-17, 3-18**
cara esternal, 2-10, **2-10**
carilla acromial, 2-10, **2-10**
dermatoma cervical, 4-16, **4-16**
Clítoris, **3-16,** 10-1, **10-1**
Coágulo, ovario, **10-2**
Coanas, **3-4, 3-5, 7-2,** 8-4
Cóccix, **1-11,** 2-5, **2-5,** 2-7, **2-7, 2-15, 3-15, 3-16, 10-1**
Cóclea, 4-25, **4-25**
Codo
codo de tenista, 3-22
flexión y extensión, 1-3, **1-3**
ligamentos, 2-12, **2-12**
músculos, 3-24
Cola de caballo, 4-13, **4-13, 4-18**
Colágeno, tipos, 1-6
Colecistoquinina, 11-8, **11-8**
Colículo
inferior, **4-12**
mesencéfalo, 4-6, **4-6**
superior, **4-6, 4-12**
Colon
ascendente, 8-1, **8-1, 8-7,** 8-8, **8-8**
descendente, 8-1, **8-1, 8-5,** 8-8, **8-8, 9-1**
sigmoide, **3-16,** 8-1, **8-1,** 8-8, **8-8**
transverso, 8-1, **8-1,** 8-8, **8-8, 8-10**
Columna vertebral, 1-7, 2-5, **2-5**
curvaturas, 2-5, **2-5**
flexión y extensión, 1-3, **1-3**
ligamentos y articulaciones, 2-9, **2-9**

Columnas del fórnix, **4-9**
Comisura
  anterior, **4-6, 4-11**
  fórnix, **4-9**
Complejo basilar, **5-11**
Comunicación célula a célula, hormonas, 11-1, **11-1**
Concha nasal. *Véase* Cornetes nasales
Cóndilo
  lateral, **2-17, 2-18**
  medial, **2-17, 2-18**
  occipital, **2-3, 2-6**
Condrocitos, **1-6**
Conductillos
  eferentes, 10-7, **10-7**
  lagrimales, 4-23, **4-23**
Conducto(s)
  anal, 3-15, 8-1, **8-1,** 8-8, **8-8, 10-1**
    venas, **5-18**
  arterioso, 5-22, **5-22**
  auditivo
    externo, 4-25, **4-25**
    interno, **2-3**
  carotídeo, **2-3**
  central, 4-17, **4-17**
  cístico, **5-15, 8-9,** 8-10, **8-10**
  coclear, **4-26**
  colédoco, **5-15,** 8-9, **8-9,** 8-10, **8-10**
  deferente, 3-13, **3-13,** 10-6, **10-6,** 10-7, **10-7**
  endolinfático, **4-25**
  galactóforos (lactíferos), 10-5, **10-5**
  hepático común, 8-10, **8-10**
  linfático
    derecho, 6-1, **6-1, 6-7**
    torácico, 6-1, **6-1, 6-6**
  nasofrontal, **7-3**
  nasolagrimal, 4-23, **4-23**
  nervio hipogloso, **2-3**
  óptico, **2-3**
  pancreático principal, 8-10, **8-10**
  pilórico, 8-6, **8-6**
  pudendo, **3-16**
  semicirculares, 4-25, **4-25,** 4-26, **4-26**
  uretral, **9-5, 10-8**
  venoso, 5-22, **5-22**
Confluencia de los senos, **5-11**
Cono, 4-24, **4-24**
  elástico, **3-6**
  medular, 4-13, **4-13**
Corazón, 1-13, **1-13**
  arterias coronarias y venas cardíacas, 5-6, **5-6**
  atrios y ventrículos, 5-4, **5-4**
  hormonas, 11-1, **11-1**
  mediastino, 5-3, **5-3**
  pericardio, 5-3, **5-3**
  sistema parasimpático, efectos, 4-20, **4-20**
  sistema simpático, efectos, 4-19, **4-19**
  vía de conducción intrínseca, 5-5, **5-5**
Cordón(es)
  anterior, 4-14, **4-14**
  espermático, 3-13, **3-13, 3-16**
  esplénicos, **6-5**
  lateral, 4-14
  posterior, 4-14, **4-14**
Córnea, 4-23, **4-23, 4-24**
Cornetes nasales, 7-2, **7-2, 7-3**
  inferior, 2-2, **2-2,** 2-3, **2-3, 4-23,** 7-2, **7-2**
  medio, 7-2, **7-2**
  superior, 7-2, **7-2**
Coroides, 4-23, **4-23, 4-24**
Corona
  diente, 8-3, **8-3**
  radiada, 4-5, **4-5**
Corteza
  adrenal, 11-5, **11-5,** 11-7, **11-7**
  auditiva primaria, 4-4, **4-4**
  cerebelosa, **4-12**
  cerebral, 1-11, **1-11**
    célula piramidal, **4-1**
    conexiones corticales, 4-5, **4-5**
    lóbulos, 4-4, **4-4**
  cingular, límbica, **4-10**
  gustativa, **4-4**
  motora primaria, 4-4, **4-4**
  nódulo linfático, **6-1**
  olfatoria, **4-4**
  renal, 9-2, **9-2**
  somatosensitiva primaria, 4-4, **4-4**
  suprarrenal, 11-5, **11-5,** 11-7, **11-7**
  visual primaria, 4-4, **4-4, 4-10**
Corticotropas, 11-3
Cortisol, 11-5
Costilla(s), 1-7, **1-7**
  ángulo, 2-8, **2-8**
  cabeza, 2-8, **2-8**
  cuello, 2-8, **2-8**
  duodécima (12.ª), **3-9**
  falsas, 2-8
  flotantes, 2-8
  primera (1.ª), **1-11, 3-8, 3-11, 4-29, 5-3**
  tubérculo, 2-8, **2-8**
  verdaderas, 2-8
Cowper, glándula, **9-5**
Craneal (superior), 1-2, **1-2**
Cráneo, 1-7, **1-7, 1-8**
  características externas, 2-2, **2-2**
  características internas, 2-3, **2-3**
Cresta
  ampolla del conducto semicircular, 4-26, **4-26**
  ilíaca, **3-25**
  pubis, **3-13**
Criptas de Lieberkühn, **6-6**
Crista galli, **2-3, 7-2, 7-3**
Cristalino. *Véase* Lente
Crohn, enfermedad, 8-7
Cúbito, **1-8,** 1-9, **1-9,** 2-12, **2-12, 2-13, 3-19**
Cuello, 1-1, **1-1**
  arterias, 5-8, **5-8**
  cartílagos laríngeos, **7-4**
  latigazo cervical, 2-9
  músculos, 3-7, **3-7**
    prevertebrales, 3-8, **3-8**
  plexo cervical, 4-28, **4-28**
  útero, **10-1,** 10-3, **10-3**
  venas, 5-11, **5-11**
Cuero cabelludo, **3-1**
Cuerpo(s)
  adiposo, **2-12**
    infrarrotuliano, **2-18**
    pararrenal, **9-1**
  albicans, **10-2**
  amigdalino, **4-7,** 4-8, **4-8, 4-9, 4-27**
  calloso, 4-5, **4-5,** 4-6, **4-6–4-8, 4-10, 11-2**
  cavernoso, **9-5,** 10-8, **10-8**
  celular, **4-1**
  ciliar, 4-20, 4-23, **4-23, 4-24**
  esponjoso, **9-5,** 10-8, **10-8**
  geniculado lateral, **4-10, 4-24**
  geniculado medial, **4-10**
  hemorrágico, **10-2**
  lúteo, 10-4, **10-4**
    maduro, 10-2, **10-2**
  mamilares del hipotálamo, 4-6, **4-6, 4-8, 4-9, 4-12, 11-2**
  perineal, 3-16, **3-16, 10-1**
  vítreo, 4-23, **4-23**
Culmen, **4-12**
Cúpula gelatinosa, 4-26, **4-26**
Curación, 6-2
Curvatura
  cervical, 2-5, **2-5**
  columna vertebral, 2-5, **2-5**
  lumbar, 2-5, **2-5**
  mayor del estómago, 8-6
  menor del estómago, 8-6
  sacra, 2-5, **2-5**
  torácica, 2-5, **2-5**
Cushing, enfermedad, 11-5

D

Declive, **4-12**
Decusación piramidal, **4-5**
Dedo(s)
  gordo, **1-1**
    dermatoma lumbar, 4-16, **4-16**
    falange distal, **2-20**
  mano, **1-1**
    articulaciones, 2-14, **2-14**
    dermatomas cervicales, 4-16, **4-16**
  pie, **1-1**
Defecación, 3-15
Deglución, 3-5
  músculos, 3-5, **3-5**
Dendritas, 4-1, **4-1, 4-3**
Dentina, 8-3, **8-3**
Depresión, 1-3, **1-3**
Derivación(es)
  arteriovenosa, dermis, **1-12**
  fetales, 5-22
Dermatomas
  cervicales (C2-C8), 4-16, **4-16**
  lumbares (L1-L5), 4-16, **4-16**
  sacros (S1-S5), 4-16, **4-16**
  torácicos (T1-T12), 4-16, **4-16**
Dermis
  capas, 1-12, **1-12**
  reticular, 1-12, **1-12**
Desgarro, tendón supraespinoso, 3-17
Diabetes mellitus, 11-6
  complicaciones, 11-6
  tipo I, 11-6
  tipo II, 11-6
Diáfisis, 2-1, **2-1**
Diafragma, **1-13,** 3-14, **3-14, 5-3, 5-14, 8-4, 8-5, 9-1**
  pélvico, 3-15, **3-15, 10-6**
Diartrosis, 1-8
Diencéfalo, 1-11, 4-4

Diente(s), **1-9**
  características anatómicas, 8-3, **8-3**
  deciduos, 8-3
  mandibulares, 2-4, **2-4**
  permanentes, 8-3, **8-3**
  raíz, **7-3,** 8-3, **8-3**
Dióxido de carbono, vías de difusión, **7-6**
Diploe, **1-8**
Disco
  articular
    articulación del carpo, 2-14, **2-14**
    ATM, 2-4, **2-4, 3-2**
  intervertebral, 1-8, **1-8,** 2-5, **2-5,** 2-9, **2-9, 4-18**
    cervical, 2-6, **2-6**
  óptico, 4-23
Disfunción eréctil, 5-16, 10-8
Distal (términos de relación), 1-2, **1-2**
Diverticulosis colónica, 8-8
Dolor referido, angina de pecho, 5-6
Dorsal (posterior), 1-2, **1-2**
Dorsiflexión, 1-3, **1-3**
Dorso (espalda), **1-1**
Duodeno, 8-1, **8-1, 8-6,** 8-7, **8-7, 8-10, 9-1**
  porción ascendente, 8-7, **8-7**
  porción descendente, 8-7, **8-7**
  porción horizontal, 8-7, **8-7**
  porción superior, 8-7, **8-7**
Duramadre, 1-13, **4-17,** 4-18, **4-18**

E

Electrocardiograma, **5-5**
Electrolitos, plasma, **5-1**
Elevación, 1-3, **1-3**
Eminencia
  hipotenar, 3-23
  tenar, 3-23
Encéfalo, 1-11, **1-11**
  consumo de oxígeno, **5-2**
  corte sagital medio y cara basal, 4-6, **4-6**
  duramadre, 1-13, **1-13**
  partes, 4-4, **4-4**
Endocrina, interacción célula a célula, 11-1, **11-1**
Endometrio, lagos venosos, 10-4, **10-4**
Endotelio de los capilares glomerulares, 9-3, **9-3**
Enfermedad
  psicosomática, 4-8
  pulmonar obstructiva crónica (EPOC), 7-5
  reflujo gastroesofágico, 8-4
Entrada de la laringe, **3-5, 8-4**
Eosinófilos, 1-6, **1-6,** 5-1, **5-1**
Epicondilitis lateral, 3-22
Epicóndilo
  lateral, **2-10, 2-17, 3-19, 3-20**
  medial, **2-10, 2-12, 3-19–3-22**
Epidermis, capas, 1-12, **1-12**
Epidídimo, 10-6, **10-6,** 10-7, **10-7**
Epífisis, 2-1, **2-1**
Epiglotis, **3-4,** 3-6, **3-6, 4-27, 7-1,** 7-4, **7-4,** 8-4, **8-4**
Epimisio, 1-10, **1-10**
Epiplón. *Véase* Omento
Episiotomía, 3-16
Epitelio
  cilíndrico, 1-5, **1-5**
    estratificado, 1-5, **1-5**
    simple, 1-5, **1-5**
  cúbico, 1-5, **1-5**
    estratificado, 1-5, **1-5**
    simple, 1-5, **1-5**
  escamoso, 1-5, **1-5**
    estratificado, 1-5, **1-5**
    simple, 1-5, **1-5**
  estratificado, 1-5
  germinal, **10-2**
  gingival, 8-3, **8-3**
  ileal, **6-6**
  olfatorio, 4-27, **4-27**
  pigmentado, 4-24, **4-24**
  seudoestratificado, 1-5, **1-5**
  simple, 1-5
  transicional, 1-5, **1-5,** 9-5, **10-8**
  tubular, **9-4**
  túbulo contorneado proximal, 9-3, **9-3**
Eritrocitos, **1-6,** 5-1, **5-1, 6-5,** 7-6, **7-6**
Escápula, 1-9, **1-9,** 2-10, **2-10, 3-17**
  espina, 2-10, **2-10, 3-9, 3-17, 3-18**
  músculos, 3-24
Esclera, 4-23, **4-23, 4-24**
Esclerosis
  lateral amiotrófica (ELA), 4-14
  múltiple, 4-2
Escoliosis, **2-5**
Escotadura
  cardíaca, **7-5**
  ciática
    mayor, **2-15**
    menor, **2-15**
  troclear, **2-12**
  vertebral, 2-5
Escroto, **10-6, 10-7**
Esfínter
  ano, 3-16, **3-16,** 8-8, **8-8, 10-1**
    externo, 3-16, **3-16,** 8-8, **8-8, 10-1**
    interno, **3-16,** 8-8, **8-8**
  inferior del esófago (EIE), 8-4
  uretra, 3-16, **3-16,** 9-5, **9-5**
    externo, 9-5, **9-5**
    interno, 9-5, **9-5, 10-8**
Esguinces de tobillo, 2-20
Esmalte, 8-3, **8-3**
Esófago, **1-13, 3-5, 5-14, 7-1, 7-4,** 8-1, **8-1,** 8-4, **8-4**
Espacio
  potencial, 1-13
  retrofaríngeo, **3-7,** 3-8
  subaracnoideo, **4-17,** 4-18, **4-18**
Espermátida, 10-7, **10-7**
Espermatocitos
  primarios, 10-7, **10-7**
  secundarios, 10-7, **10-7**
Espermatogonia, 10-7, **10-7**
Espermatozoo, 10-7, **10-7**
Espina(s)
  bífida, 2-6, **2-6**
  ciática, **2-15, 3-15**
  dendríticas, 4-1, **4-1,** 4-3, **4-3**
  escápula, 2-10, **2-10, 3-9, 3-17, 3-18**
  ilíaca
    anterior superior, **2-15**
    posterior inferior, **2-15**
    posterior superior, **2-15**
  mentonianas, **2-4**
Esplenio del cuerpo calloso, 4-6, **4-6, 4-9**
Esqueleto
  apendicular, 1-7, **1-7**
  axial, 1-7, **1-7**
  facial, 2-2, **2-2**
Estereocilios, **4-26**
Esternón, **3-18**
  apófisis xifoides, 2-8, **2-8**
  cuerpo, 2-8, **2-8, 3-11**
  manubrio, 2-8, **2-8**
Estómago, **1-13,** 8-1, **8-1,** 8-4, **8-4,** 8-6, **8-6**
  cuerpo, 8-6, **8-6**
  porción del cardias, 8-6, **8-6**
Estría
  olfatoria, **4-27**
  terminal, 4-8, **4-8, 4-9**
Estribo, **4-25**
Estrógenos, 10-4, **10-4,** 11-7, **11-7**
Eversión, 1-3, **1-3**
Exocitosis, vesículas, 4-3, **4-3**
Extensión, 1-3, **1-3**
  dedo, **2-14**

F

Factores de crecimiento similares a la insulina (IGF), 11-3, **11-3**
Fagocitos, **6-2**
Fagocitosis, 6-2
Falanges
  mano, 2-13, **2-13, 2-14**
  pie, 2-19, **2-19**
Faringe, 8-1, 8-4, **8-4**
  músculos, 3-5, **3-5**
  subdivisiones, 7-4, **7-4**
Fascia
  axilar, **3-18**
  cremastérica, 3-13, **3-13**
  cuello, 3-7, **3-7**
  espermática interna, 3-13, **3-13**
  faringobasilar, **3-5**
  pretraqueal, 3-7, **3-7**
  prevertebral, 3-7, **3-7,** 3-8
  profunda del pene, 10-8, **10-8**
  revestimiento del cuello, 3-7, **3-7**
  toracolumbar, **3-9**
  transversal, **3-12,** 3-13, **3-13**
Fascículo
  atrioventricular
    de His, 5-5, **5-5**
    sistema de Purkinje, 5-5, **5-5**
  cuneiforme, **4-14**
  grácil, **4-14**
Fascitis plantar, 3-31
Fémur, 2-17, **2-17**
  articulación esferoidea, 1-9, **1-9**
  cabeza, **1-8,** 2-16, **2-16**
  cuello, **2-16**
  proximal, 2-15
  trocánter menor, **3-14**
Fibras
  autónomas
    posganglionares, 4-15, **4-15**
    preganglionares, 4-15, **4-15**
  colágeno, 1-6, **1-6**
  comisurales, **4-5**
  elásticas, 1-6, **1-6**
  proyección, **4-5**

reticulares, 1-6, **1-6**
zonulares, 4-23, **4-23**
Fibrilación auricular, 5-5
Fibrina, ovario, **10-2**
Fibrinógeno, **5-1**
Fibroblastos, 1-6, **1-6**
Fibrocartílago, 1-7
ATM, 2-4, **2-4**
Fiebre, **6-2**
Filetes nerviosos olfatorios, **2-3**
Filtración glomerular, 9-4, **9-4**
Filtrado, 9-4, **9-4**
Filum terminal
externo, **4-13**
interno, **4-13**
Fimbria del hipocampo, **4-8, 4-9**
Fisura
longitudinal del cerebro, **4-5, 4-6**
orbitaria superior, **2-3**
Flexión, 1-3, **1-3**
dedo, **2-14**
plantar, 1-3, **1-3**
Flexura
cólica izquierda (esplénica), **8-6–8-8**
duodenoyeyunal, **9-1**
hepática, **8-6, 8-8**
Folículo(s)
de De Graaf, maduro, 10-2, **10-2**
maduro (de De Graaf), 10-2, **10-2**
pilosos, 1-12, **1-12**
primarios, 10-2, **10-2**
secundarios, 10-2, **10-2**
Folium, **4-12**
Fonación, 3-6, **3-6**
Fondo
de saco
de Douglas, **10-1**
rectouterino, **10-1**
rectovesical, **8-5,** 10-6, **10-6**
vesicouterino, **10-1**
útero, 10-3, **10-3**
vejiga urinaria, **9-5**
Foramen. *Véase* Agujero
Fórnix, **4-6, 4-8,** 4-9, **4-9, 4-11, 4-12**
Fosa(s)
codo, 2-12
craneales, 2-3
infraespinosa, **2-10**
isquioanal, **3-16**
cuerpo adiposo, **3-16**
mandibular, **2-4**
navicular, **10-8**
olécranon, **2-10**
oval, 5-22, **5-22**
piriforme, **8-4**
subescapular, **2-8**
supraespinosa, **2-10**
Fosita costal
costilla, 2-8, **2-8**
vértebras torácicas, 2-6, **2-6**
Fóvea central, mácula, **4-23,** 4-24
Fracturas
cadera, 2-16
calcáneo, 2-20
clavícula, 2-10
costilla, 2-8
radio, 3-20, **3-20**
muslo y pierna, 2-17
Frente, **1-1**
Fundus del estómago, 8-6, **8-6**

G

Galea aponeurótica, **3-1**
Gancho
del ganchoso, **2-14**
pterigoides, **3-4**
Ganglio(s)
basales. *Véase* Núcleo(s), basales
ciliar, **4-20**
espiral, 4-25, **4-25**
ótico, **4-20**
pterigopalatino, **4-20**
sensitivo del nervio espinal, 4-15, **4-15**
simpático, **4-15**
colateral, **4-15**
vestibular, axones aferentes, 4-26, **4-26**
Gastrina, 11-8, **11-8**
Gingivitis, 8-2
Giro
cíngulo, **4-6,** 4-8, **4-8**
dentado, 4-9, **4-9**
parahipocampal, 4-8, **4-8, 4-9**
poscentral, 4-4
precentral, 4-4
Glande del pene, **9-5, 10-8**
Glándula
bulbouretral, **3-16, 9-5, 10-6,** 10-8, **10-8**
lagrimal, **3-3,** 4-23, **4-23**
sistema parasimpático, efectos, 4-20, **4-20**
sistema simpático, efectos, 4-19, **4-19**
paratiroides, 11-1, **11-1,** 11-4, **11-4**
parótida, 8-2, **8-2, 8-4**
pineal, 4-6, **4-6, 4-12,** 11-1, **11-1**
salivares, 8-1, 8-2, **8-2**
sebáceas, 1-12, **1-12**
sublingual, 8-2, **8-2**
submandibular, **3-7,** 8-2, **8-2**
sudoríparas, 1-12, **1-12**
sistema simpático, efectos, 4-19, **4-19**
suprarrenal, **5-14, 8-10, 9-1, 9-2,** 11-1, **11-1,** 11-5, **11-5**
tiroides, **7-1, 7-4,** 11-1, **11-1,** 11-4, **11-4**
uterinas, 10-3, **10-3**
Glaucoma, 4-23
Globo
ocular
capas, 4-23, **4-23**
fibrosa, 4-23, **4-23**
vascular, 4-23, **4-23**
retina, 4-24, **4-24**
sistema parasimpático, efectos, 4-20, **4-20**
sistema simpático, efectos, 4-19, **4-19**
vaina fascial, **3-3**
pálido, **4-5,** 4-7, **4-7**
Globulinas, **5-1**
Glomérulo, 9-3, **9-3**
yuxtamedular, 9-3, **9-3**
Glucagón, 11-6
Gonadotropas, 11-3
Granulaciones aracnoideas, 4-17, **4-17,** 4-18, **4-18**
Graves, enfermedad, 11-4
Gubernáculo, **3-13**
Gusto, 4-27, **4-27**

H

Hallux. *Véase* Dedo(s), gordo
Hematoma epidural, 5-10
Hemisferios
cerebelosos, 4-12, **4-12**
cerebrales, 4-4, **4-4,** 4-5, **4-5**
Hemopericardio, 5-3
Hemorragia subaracnoidea, 5-10
Hendidura
glótica, 7-4
sináptica, **4-3**
Hepatocitos, 8-9, **8-9**
Hernia(s)
hiato, 8-6
incisional, 3-12
inguinal, 3-12, 3-13
línea alba, 3-12
núcleo pulposo, 2-7, **2-7**
umbilical, 3-12
Hiato
aductor, **5-13**
sacro, **2-7**
Hidrocefalia, 4-17, **4-17**
comunicante, 4-17
normotensiva, 4-17
obstructiva, 4-17
Hígado, 8-1, **8-1, 8-5,** 8-9, **8-9, 9-1**
área desnuda, 8-9, **8-9**
consumo de oxígeno, **5-2**
hormona, 11-1, **11-1**
liberación de IGF, 11-3, **11-3**
ligamento redondo, **5-22**
sistema parasimpático, efectos, 4-20, **4-20**
Hilio, **7-5**
Hiperextensión, lesión de cuello, 2-9
Hipermetropía, 4-24
Hipersensibilidad, 6-7
Hipertensión, 5-2
portal, 5-19
Hipertrofia benigna prostática, 10-6
Hipocampo, 4-8, **4-8,** 4-9, **4-9**
Hipodermis. *Véase* Tejido(s), subcutáneo
Hipófisis, **4-6, 4-10, 4-11,** 11-1, **11-1,** 11-2, **11-2,** 11-3, **11-3**
lóbulo intermedio, hendidura, 11-2, **11-2**
Hipotálamo, 4-6, **4-6,** 4-8, **4-8,** 4-11, **4-11,** 11-1, **11-1,** 11-2, **11-2**
núcleo paraventricular, células y axones, 11-2, **11-2**
Hipotiroidismo, 11-4
Hirschsprung, enfermedad, 4-21
Homúnculo, 4-4, **4-4**
Hormona(s), 11-1, **11-1**
adrenocorticotropa (ACTH), 11-3, **11-3,** 11-7, **11-7**
antidiurética (vasopresina), 11-3, **11-3**
crecimiento (GH), 11-3, **11-3**
estimulante de la tiroides (TSH), 11-3, **11-3**
estimulante del folículo (FSH), 10-4, **10-4,** 11-3, **11-3,** 11-7, **11-7**
gonadotrófica, niveles, **10-4**
hipófisis, 11-3, **11-3**
liberadora de la hormona del crecimiento (GHRH), 11-7, **11-7**
luteinizante (LH), 10-4, **10-4,** 11-3, **11-3,** 11-7, **11-7**

Hormona(s) *(cont.)*
movilización y almacenamiento de combustible, 11-6
ovario, niveles, **10-4**
paratiroidea (PTH), tejidos diana, 11-4, **11-4**
sistema digestivo, 11-8, **11-8**
Hoz
cerebro, **5-11**
inguinal, **3-13**
Huesecillos del oído, 4-25, **4-25**
Hueso(s)
calvaria, 2-2, **2-2**
carpo, **1-7,** 2-13, **2-13**
cigomático, 2-2, **2-2**
compacto, **1-8,** 2-1, **2-1**
corto, 1-7, **1-7**
coxal, 2-15
cuboides, 2-19, **2-19**
cuneiformes, 2-19, **2-19**
medial, **3-29**
escafoides, 2-13, **2-13, 2-14, 3-23**
esponjoso, 2-1, **2-1**
esqueleto
apendicular, 1-7
axial, 1-7
facial, 2-2, **2-2**
estructura y clasificación, 2-1, **2-1**
etmoides, 2-2, **2-2,** 2-3, **2-3**
lámina perpendicular, 7-2, **7-2**
frontal, 2-2, **2-2, 2-3, 7-2**
ganchoso, 2-13, **2-13, 2-14**
grande, 2-13, **2-13, 2-14, 3-23**
hioides, **3-4–3-6, 7-1, 7-4**
irregular, 1-7, **1-7**
lagrimal, 2-2, **2-2,** 2-3, **2-3**
largos, 1-7, **1-7,** 2-1, **2-1**
húmero, 2-10, **2-10**
muslo y pierna, 2-17, **2-17**
nasal, 2-2, **2-2,** 2-3, **2-3, 7-2**
navicular, 2-13, **2-13,** 2-19, **2-19, 2-20**
occipital, 2-2, **2-2, 2-3**
porción basilar, **3-4, 3-5, 3-8, 7-2**
palatino, 2-2, **2-2,** 2-3, **2-3, 7-2**
parietal, **1-7,** 2-2, **2-2, 2-3**
piramidal, 2-13, **2-13, 2-14**
plano, 1-7, **1-7**
escápula, 2-10, **2-10**
semilunar, 2-13, **2-13, 2-14, 3-23**
sesamoideos, 1-7, **1-7,** 2-13, **2-13,** 2-19, **2-19, 2-20, 3-31**
tarso, 2-19, **2-19**
temporal, 2-2, **2-2, 2-3**
trapecio, **1-9,** 2-13, **2-13, 2-14**
trapezoide, 2-13, **2-13, 2-14**
Húmero, **1-7, 1-9,** 2-10, **2-10, 3-19, 3-24**
Humor acuoso, 4-23
Huntington, enfermedad, 4-7

I

Íleon, 8-1, **8-1,** 8-7, **8-7**
Ilion, 2-15, **2-15, 6-6**
ala, **2-15**
Incisivos, 2-4, **2-4,** 8-3, **8-3**
Inclusiones, 1-4
Incontinencia, estrés, 9-5
Infarto de miocardio, 5-6
Inferior (caudal), 1-2, **1-2**
Inflamación
mediadores, 6-2, **6-2**
pericardio, 5-3
tendones del hombro, 2-11
Infundíbulo, 4-11, **4-11,** 11-2, **11-2**
franjas (fimbrias), 10-2, **10-2**
Ingle, **1-1, 8-1**
dermatoma torácico, 4-16, **4-16**
tirón, 3-28
Inhibina, 10-4, **10-4**
Inmunidad
activa, 6-3, **6-3**
adaptativa, 6-3, **6-3**
innata, 6-2, **6-2**
pasiva, 6-3, **6-3**
Inmunodeficiencias, 6-7
Ínsula, 4-4, **4-4, 4-7**
Insulina, 11-6
Interacción célula a célula, 11-1, **11-1**
neuroendocrina, 11-1, **11-1**
paracrina, 11-1, **11-1**
Intercambio de gases, 7-6, **7-6**
Interferones, **6-2**
Interneuronas, 4-1
Intestino
anterior, 5-15
delgado, **1-13,** 8-1, **8-1, 8-5,** 8-7, **8-7**
PTH, efectos, **11-4**
función, papel del sistema nervioso entérico, 4-21, **4-21**
grueso, **1-13,** 8-1, **8-1,** 8-8, **8-8**
arterias, **5-15**
medio, 5-15
posterior, 5-15
Inversión, 1-3, **1-3**
Iris, 4-23, **4-23, 4-24**
Islotes pancreáticos, 11-1, **11-1, 11-6**
Isquion, 2-15, **2-15**
rama, **2-15**
Istmo
glándula tiroides, 11-4, **11-4**
trompa uterina, 10-2, **10-2**

L

Laberinto, óseo y membranoso, 4-25, **4-25**
Labios
mayores, 10-1, **10-1**
menores, 10-1, **10-1**
Lactación, 10-5
Lactotropas, 11-3
Lámina
basilar, 4-25, **4-25**
cervical, 2-6
cribosa, **4-27, 7-2**
agujeros, **2-3**
lateral de la pterigoides, **3-2**
propia, **6-6, 8-8, 8-10**
Laminillas de matriz ósea, 2-1, **2-1**
Laringe, 7-1, **7-1,** 7-4, **7-4**
cartílagos, 3-6, **3-6**
músculos intrínsecos, 3-6, **3-6**
Laringofaringe, 3-5, **3-5,** 7-1, **7-1,** 7-4, **7-4, 8-4**
Lateral (términos de relación), 1-2, **1-2**
Latigazo cervical, 2-9
Lecho microcirculatorio, **5-7**
Lengua, **7-1,** 8-2, **8-2**
cuerpo, **7-4**
deglución, 3-5
músculos, 3-4, **3-4**
papilas, 3-4, **3-4,** 4-27, **4-27**
raíz, **3-5, 8-4**
Lente, 4-23, **4-23, 4-24**
Leucocitos, 5-1, **5-1,** 6-1
hormonas, 11-1, **11-1**
Leucocitosis, 6-2
Ligamento(s)
accesorios, 2-15
alares, 2-9, **2-9**
amarillos, 2-5, **2-5,** 2-9, **2-9**
ancho del útero, 10-1, **10-1**
anular, 2-12, **2-12**
arterioso, 5-22, **5-22**
astragaloperoneo posterior, 2-20, **2-20**
bifurcado, **2-20**
cabeza del fémur, 2-16, **2-16**
calcaneonavicular plantar, 2-20, **2-20**
calcaneoperoneo, 2-20, **2-20**
anterior, 2-20, **2-20**
capsulares del hombro, 2-11, **2-11**
carpometacarpianos dorsales, **2-14**
colateral
articulación
metacarpofalángica, 2-14, **2-14**
metatarsofalángica, **2-20**
cubital, 2-12, **2-12**
peroneo, 2-18, **2-18**
radial, 2-12, **2-12, 2-14**
tibial, 2-18, **2-18**
conoideo, **2-11**
coracoacromial, **2-11, 3-17**
coracoclavicular, **2-11**
coracohumeral, **2-11**
coronario, 8-9, **8-9**
cruzados, 2-9, **2-9,** 2-18, **2-18**
anterior, 2-18, **2-18**
posterior, 2-18, **2-18**
estilomandibular, **2-4**
extracapsulares, rodilla, 2-18, **2-18**
falciforme, 8-9, **8-9**
iliofemoral, 2-16, **2-16**
iliolumbar, **2-15**
inguinal, **3-12–3-14, 3-16, 5-21**
interespinoso, 2-5, **2-5,** 2-7, **2-7,** 2-9, **2-9**
intracapsulares, rodilla, 2-18, **2-18**
isquiofemoral, 2-16, **2-16**
lagunar, **3-13**
lateral (temporomandibular), 2-4, **2-4**
longitudinal
anterior, 2-5, **2-5,** 2-7, **2-7, 2-15**
posterior, 2-5, **2-5,** 2-9, **2-9**
medial (deltoideo), 2-20, **2-20**
meniscofemoral posterior, **2-18**
metatarsiano(s)
transverso profundo, **2-20**
dorsales, **2-20**
plantares, **2-20**
palmar, 2-14, **2-14**
plantar largo, 2-20, **2-20**
pubofemoral, 2-16, **2-16**
pulmonar, **7-5**
radiados, **2-8,** 2-9, **2-9**

radiocarpiano
dorsal, 2-14, **2-14**
palmar, 2-14, **2-14**
redondo
hígado, 5-22, **5-22**
útero, **10-1**
resorte, 2-20, **2-20**
rotuliano, **3-27, 3-28**
sacroespinoso, 2-15, **2-15**
sacroilíacos, 2-15, **2-15**
anterior, 2-15, **2-15**
posterior, 2-15, **2-15**
sacrotuberoso, 2-15, **2-15, 3-25**
supraespinoso, 2-5, **2-5,** 2-7, **2-7,** 2-9, **2-9**
suspensorio
globo ocular, **4-24**
mama, 10-5, **10-5**
ovario, 10-1, **10-1**
tibioperoneo
anterior, **2-20**
posterior, **2-20**
transverso, **2-18**
acetábulo, **2-16**
húmero, **2-11**
trapezoide, **2-11**
umbilical medial, **5-16,** 5-22, **5-22**
venoso, 5-22, **5-22,** 8-9, **8-9**
vocal, **3-6, 7-4**
Línea
alba, 3-12, **3-12**
pectínea, **8-8**
Linfocitos, 1-6, **1-6,** 5-1, **5-1,** 6-1
inmaduros, 6-4, **6-4**
inmunidad adaptativa, 6-3, **6-3**
timo y médula ósea, 6-4, **6-4**
Língula, **2-4, 4-12, 7-5**
Líquido
cefalorraquídeo (LCR), 4-17, **4-17,** 4-18, **4-18**
extracelular, 6-1
seroso, 8-5
Lisosomas, 1-4, **1-4**
Lobulillo
central, **4-12**
glándula mamaria, 10-5, **10-5**
hepático, **8-9**
túbulos seminíferos, 10-7, **10-7**
Lóbulo
cerebelo, 4-12, **4-12**
cerebro, 1-11, **1-11,** 4-4, **4-4**
frontal, 1-11, **1-11,** 4-4, **4-4**
glándula tiroides, 11-4
hígado, 8-9, **8-9**
hipófisis, **4-11,** 11-2, **11-2**
intermedio, hipófisis, 11-2, **11-2**
occipital, 1-11, **1-11,** 4-4, **4-4**
parietal, 1-11, **1-11,** 4-4, **4-4**
piramidal, glándula tiroides, 11-4, **11-4**
piriforme, **4-27**
posterior, cerebelo, 4-12, **4-12**
pulmones, **7-5**
temporal, 1-11, **1-11,** 4-4, **4-4**
Lordosis, 2-5
cervical y lumbar, 2-5, **2-5**
Luxación
ATM, 2-4
codo, 2-12

M

Macrófagos, 1-6, **1-6,** 6-1
alveolares, 7-6, **7-6**
asociados a los senos esplénicos, 6-5, **6-5**
inmunidad innata, 6-2, **6-2**
Mácula
densa, 9-3, **9-3**
lútea, 4-23, 4-24
sáculo y utrículo, 4-26, **4-26**
Maléolo
lateral, **2-17, 3-29**
medial, **3-29**
Mama, **1-1,** 10-5, **10-5**
Mandíbula, 2-2, **2-2,** 2-4, **2-4**
cuerpo, **3-7**
Manguito de los rotadores, músculos, 2-11, 3-17, **3-17**
tendones, 2-11
Mano, **1-1**
huesos, 2-13, **2-13**
músculos intrínsecos, 3-23, **3-23**
Manubrio, 2-8, **2-8**
Martillo, **4-25**
Mastocitos, 1-6, **1-6**
Matriz extracelular, 1-6
Maxilar, 2-2, **2-2,** 2-3, **2-3**
apófisis palatina, **7-2**
Meato nasal, **7-2**
Medial (términos de relación), 1-2, **1-2**
Mediastino, 1-13, **1-13,** 5-3, **5-3**
anterior, 5-3, **5-3**
medio, 5-3, **5-3**
posterior, 5-3, **5-3**
superior, 5-3, **5-3**
Médula
espinal, **1-11**
axón sensitivo y neurona seudomonopolar, 4-13, **4-13**
cola de caballo, 4-13, **4-13**
duramadre, 1-13, **1-13**
lumbar, **4-21**
neurona motora y axón, 4-13, **4-13**
sacra, **4-21**
sistema nervioso entérico, **4-21**
sustancia blanca, 4-13, **4-13,** 4-14, **4-14**
sustancia gris central, 4-13, **4-13**
torácica, **4-21**
glándula suprarrenal, 4-19, **4-19,** 11-5, **11-5**
nódulo linfático, **6-1**
oblongada, 1-11, **2-3,** 4-4, **4-5,** 4-6, **4-6, 4-10, 4-12, 11-2**
ósea, 1-7, 6-1, **6-1,** 6-4, **6-4**
renal, **9-3**
suprarrenal, 11-5, **11-5**
sistema simpático, efectos, 4-19, **4-19**
Meduloblastomas, 4-12
Megacolon congénito, 4-21
Mejilla, **1-1**
Membrana
basal
célula alveolar tipo I y célula endotelial fusionadas, 7-6, **7-6**
células pilosas (ciliadas), **4-26**
epitelio, 1-5, **1-5**
fusionada, 7-6, **7-6**
músculo, **1-10**
papila gustativa, **4-27**
citoplasmática, 1-4, **1-4**
interósea, 1-8, **1-8**
antebrazo, 2-12, **2-12, 2-14, 3-21, 3-22, 3-24**
otolítica, gelatinosa, 4-26, **4-26**
postsináptica, 4-3, **4-3**
presináptica, **4-3**
sinovial, articulación
cadera, **2-16**
rodilla, **2-18**
tectoria, **2-9,** 4-25, **4-25**
timpánica, 4-25, **4-25**
tirohioidea, **3-6, 7-4**
Meninges, **2-3**
capas, 4-18, **4-18**
Meniscos, 2-18, **2-18**
lateral, 2-18, **2-18**
medial, 2-18, **2-18**
Mesencéfalo, 1-11, 4-4, 4-6, **4-6**
Mesenterios, 8-5, **8-5**
Mesocolon
sigmoide, **5-15**
transverso, **5-15,** 8-5, **8-5, 8-7**
Mesosálpinx, **10-2**
Metacarpianos, 2-13, **2-13**
tercero, **3-23**
Metáfisis, 2-1, **2-1**
linfática, 6-7
Metatarsianos, 2-19, **2-19, 3-31**
Micción, 9-5
Microfilamentos, 1-4, **1-4**
Microtúbulos, 1-4, **1-4**
Miembro inferior, 1-1, **1-1,** 1-7, **1-7**
arterias, 5-13, **5-13**
circunducción, 1-3, **1-3**
dermatoma sacro, 4-16, **4-16**
distribución del plexo sacro, **4-31**
músculos, 3-32, **3-32**
venas, 5-21, **5-21**
Miembro superior, 1-1, **1-1,** 1-7, **1-7**
arterias, 5-12, **5-12**
dermatomas, 4-16, **4-16**
músculos, 3-24, **3-24**
nervios, **4-29**
venas, 5-20, **5-20**
Miocardio, 5-5
especializado de conducción, 5-5
Miofibrillas, 1-10, **1-10**
Miofibroblastos, 1-6, **1-6**
Miofilamentos, 1-10, **1-10**
Miopía, 4-24
Mitocondria, 1-4, **1-4, 4-1, 4-3**
Molares, 2-4, **2-4,** 8-3, **8-3**
Monocitos, 5-1, **5-1,** 6-2, **6-2**
Motilina, 11-8, **11-8**
Movimientos, 1-3
carpo y dedos, 2-14
músculos extraoculares, 3-3
pulgar, **2-14**
solutos, 9-4, **9-4**
Mucosa, intestino grueso, 8-8, **8-8**
Mujer
arterias de la pelvis, **5-16**
arterias del periné, **5-16**
músculos de la pelvis, **3-15**
músculos del periné, 3-16, **3-16**
uretra, 9-5, **9-5**
Muscular mucosa, **6-6, 8-6–8-8**

Músculo(s)
abductor
corto del pulgar, 3-23, **3-23**
dedo gordo, 3-31, **3-31**
dedo meñique, 3-23, **3-23,** 3-31, **3-31,** 3-32, **3-32**
largo del pulgar, 3-22, **3-22**
acintados, 3-7, **3-7**
aductor
corto, 3-28, **3-28**
dedo gordo, 3-31, **3-31,** 3-32, **3-32**
largo, 3-28, **3-28**
mayor, **3-26,** 3-28, **3-28,** 3-32, **3-32**
pulgar, 3-23, **3-23**
ancóneo, 3-19, **3-19, 3-22**
antebrazo, compartimentos
anterior, 3-21, **3-21**
posterior, 3-22, **3-22**
aritenoepiglótico, **3-6**
aritenoideo, 3-6, **3-6**
auricular
anterior, **3-1**
posterior, **3-1**
superior, **3-1**
bíceps
braquial, **1-10,** 3-19, **3-19,** 3-20, **3-20,** 3-24, **3-24**
femoral
cabeza corta, 3-26, **3-26**
cabeza larga, 3-26, **3-26**
braquial, 3-19, **3-19,** 3-24, **3-24**
braquiorradial, **3-21,** 3-22, **3-22,** 3-24, **3-24**
brazo, 3-19, **3-19**
buccinador, 3-1, **3-1, 3-2, 3-5, 8-2**
bulbocavernoso, 3-16, **3-16**
bulboesponjoso, **5-16, 10-1**
cardíaco, 1-10
cigomático
mayor, **3-1**
menor, **3-1**
circular, 1-10, **1-10, 6-6, 8-7**
compresor de la uretra, 3-16, **3-16**
constrictor, faringe, 3-5, **3-5**
inferior, 3-5, **3-5**
medio, 3-5, **3-5**
superior, **3-4,** 3-5, **3-5**
contracciones, 1-10
coracobraquial, 3-19, **3-19**
cricotiroideo, 3-6, **3-6**
lateral, **3-6**
posterior, 3-6, **3-6**
cuadrado, 1-10, **1-10**
femoral, 3-25, **3-25**
lumbar, 3-14, **3-14**
plantar, 3-31, **3-31**
cuádriceps femoral, **2-18, 3-27**
cuello, 3-7, **3-7**
deltoides, **1-10, 2-11, 3-17,** 3-18, **3-18, 3-19, 3-24**
depresor
ángulo de la boca, 3-1, **3-1**
labio inferior, **3-1**
detrusor, 9-5, **9-5**
digástrico, vientres posterior y anterior, 3-7, **3-7**
dilatador de la pupila, 4-23, **4-23**
dorsal ancho, 3-9, **3-9,** 3-17, **3-17, 3-19**
dorso, 3-9, **3-9**
intermedios, 3-9, **3-9**
intrínsecos (profundos), 3-10, **3-10**
superficiales, 3-9, **3-9**
elevador
ángulo de la boca, **3-1**
ano, 3-15, **3-15, 3-16, 5-16, 5-19, 8-8, 9-5, 10-1**
costillas, **3-10,** 3-11
escápula, 3-9, **3-9,** 3-17, **3-17**
labio superior, 3-1, **3-1**
y ala de la nariz, **3-1**
párpado superior, 3-3, **3-3**
velo del paladar, 3-4, **3-4**
epicraneano, 3-1
erector
columna, 3-10, **3-10**
pelo, **1-12**
escalenos, 3-8, **3-8**
anterior, 3-8, **3-8**
medio, 3-8, **3-8**
posterior, 3-8, **3-8**
esfínter
pupila, 4-23, **4-23**
uretra, 9-5, **9-5, 10-6**
uretrovaginal, **3-16**
espinoso, 3-10, **3-10**
esplenio
cabeza, **3-9,** 3-10, **3-10**
cervical, 3-10
esquelético
ancho, 1-10, **1-10**
circular, 1-10, **1-10**
consumo de oxígeno, **5-2**
cuadrado, 1-10, **1-10**
elementos, 1-10, **1-10**
fusiforme, 1-10, **1-10**
penniforme, 1-10, **1-10**
esternocleidomastoideo, 3-7, **3-7, 4-28**
esternohioideo, 3-7, **3-7, 4-28**
esternotiroideo, 3-7, **3-7, 4-28**
estilofaríngeo, **3-4,** 3-5, **3-5**
estilogloso, 3-4, **3-4**
estilohioideo, **3-4,** 3-7, **3-7**
extensor
corto del pulgar, 3-22, **3-22**
cubital del carpo, 3-22, **3-22**
dedo meñique, 3-22, **3-22,** 3-24, **3-24**
tendón, **3-22**
dedos, 3-22, **3-22,** 3-24, **3-24**
índice, tendón, **3-22**
largo, dedos, 3-29, **3-29**
dedo gordo, 3-29, **3-29**
pulgar, 3-22, **3-22**
radial, carpo
corto, 3-22, **3-22, 3-24**
largo, 3-22, **3-22,** 3-24, **3-24**
extraoculares, 3-3, **3-3**
extrínsecos
extraoculares, 3-3, **3-3**
lengua y paladar, 3-4, **3-4**
faciales, 3-1, **3-1**
fascículos, 1-10, **1-10**
fibras, 1-10, **1-10**
flexor
corto, dedos, 3-31, **3-31**
dedo gordo, 3-31, **3-31, 3-32**
dedo pequeño, 3-31, **3-31, 3-32**
pulgar, 3-23, **3-23**
cubital carpo, 3-21, **3-21, 3-22,** 3-24, **3-24**
dedo meñique, 3-23, **3-23**
largo, dedos, 3-30, **3-30**
dedo gordo, tendón, **3-30, 3-31**
pulgar, **1-10,** 3-21, **3-21, 3-24**
tendón, **3-30, 3-31**
profundo de los dedos, 3-21, **3-21**
quinto dedo, tendones, **3-24**
radial del carpo, 3-21, **3-21,** 3-24, **3-24**
superficial de los dedos, 3-21, **3-21,** 3-24, **3-24**
tendones, **3-21**
frontal, 3-1, **3-1**
fusiforme, 1-10, **1-10**
gastrocnemio, 3-30, **3-30**
gemelos, 3-25, **3-25**
genihioideo, **3-4**
nervios, 4-28, **4-28**
geniogloso, 3-4, **3-4**
glúteos, 3-25, **3-25**
mayor, **3-15,** 3-25, **3-25, 3-26, 4-31**
medio, 3-25, **3-25, 3-26, 4-31**
menor, 3-25, **3-25, 3-26**
grácil, **3-26,** 3-28, **3-28,** 3-32, **3-32**
hiogloso, 3-4, **3-4, 3-5**
hipotenares, **3-24**
hombro
anterior, 3-18, **3-18**
posterior, 3-17, **3-17**
ilíaco, 3-14, **3-14,** 3-27, **3-27**
iliocostal, 3-10, **3-10**
iliopsoas, 3-27, **3-27, 3-28**
infraespinoso, 3-17, **3-17, 3-18**
tendón, 2-11, **2-11, 3-17**
infrahioideos, 3-7, **3-7**
intercostales, 3-11, **3-11, 3-12**
externo, 3-11, **3-11**
internos, 3-11, **3-11**
íntimos, 3-11, **3-11**
interóseos
dedo, **3-23**
dorsales, 3-23, **3-23,** 3-31, **3-31, 3-32**
palmares, 3-23, **3-23, 3-24**
plantares, 3-31, **3-31, 3-32**
intrínsecos
dorso, 3-10, **3-10**
extraoculares, 3-3, **3-3**
laringe, 3-6, **3-6**
lengua y paladar, 3-4, **3-4**
mano, 3-23, **3-23**
pie, 3-31, **3-31**
isquiocavernoso, 3-16, **3-16, 5-16, 10-1**
isquioccígeo, 3-15, **3-15**
isquiotibiales, 3-26
largo
cabeza, 3-8, **3-8**
cuello, 3-8, **3-8**
liso, 1-10
extraocular, 3-3
vascular, **4-15**
longísimo, 3-10, **3-10**
longitudinal, **6-6, 8-7**
lumbricales, 3-23, **3-23,** 3-31, **3-31**
masetero, 3-2, **3-2**

masticadores, 3-2, **3-2**
mentoniano, 3-1, **3-1**
miembro
  inferior, 3-32, **3-32**
  superior, 3-24, **3-24**
milohioideo, **3-4,** 3-7, **3-7, 8-2**
multífidos, 3-10, **3-10**
muslo, compartimentos
  anterior, 3-26, **3-26**
  medial, 3-28, **3-28**
  posterior, 3-26, **3-26**
nasal, 3-1, **3-1**
oblicuo
  externo, 3-28, **3-28**
    del abdomen, **1-10,** 3-12, **3-12,** 3-13, **3-13, 3-14, 10-5**
  inferior, 3-3, **3-3**
    cabeza, 3-10, **3-10**
  interno, 3-15, **3-15, 3-16,** 3-25, **3-25**
    abdomen, 3-12, **3-12,** 3-13, **3-13, 3-14**
  superior, 3-3, **3-3**
    cabeza, 3-10, **3-10**
occipital, 3-1, **3-1**
omohioideo, 3-7, **3-7, 4-28**
oponente
  dedo meñique, 3-23, **3-23, 3-32**
  pulgar, 3-23, **3-23**
orbicular
  boca, **1-10,** 3-1, **3-1**
  ojo, 3-1, **3-1**
palatofaríngeo, 3-4, **3-4**
palatogloso, 3-4, **3-4**
palmar largo, 3-21, **3-21, 3-24**
  tendón, **3-21**
papilares, 5-4, **5-4, 5-5**
pared abdominal
  anterior, 3-12, **3-12**
  posterior, 3-14, **3-14**
pared torácica, 3-11, **3-11**
pectíneo, 3-28, **3-28**
pectoral
  mayor, **3-17,** 3-18, **3-18, 10-5**
  menor, **3-17,** 3-18, **3-18**
pelvis, 3-15, **3-15**
penniforme, 1-10, **1-10**
periné, 3-16, **3-16**
peroneo
  corto, 3-29, **3-29**
    tendón, **3-29**
  largo, 3-29, **3-29,** 3-32, **3-32**
    tendón, **2-20, 3-29**
pie, 3-31, **3-31**
pierna, compartimentos
  anterior y lateral, 3-29, **3-29**
  posterior, 3-30, **3-30**
piramidal, 3-12, **3-12**
piriforme, 3-15, **3-15,** 3-25, **3-25, 4-31**
plano, 1-10, **1-10**
plantar, 3-30, **3-30**
platisma, 3-1, **3-1**
poplíteo, 3-30, **3-30**
prevertebrales, 3-8, **3-8**
pronador
  cuadrado, **1-10,** 3-20, **3-20,** 3-21
  redondo, 3-20, **3-20,** 3-21, **3-21, 3-24**
psoas
  mayor, 3-14, **3-14,** 3-27, **3-27, 9-1**
  menor, **3-14**
pterigoideo
  lateral, 3-2, **3-2**
  medial, 3-2, **3-2**
recto
  abdomen, 3-12, **3-12**
  anterior de la cabeza, 3-8
  femoral, **1-10,** 3-27, **3-27,** 3-32, **3-32**
  inferior, 3-3, **3-3**
  lateral, 3-3, **3-3**
    cabeza, 3-8
  medial, 3-3, **3-3**
  posterior de la cabeza
    mayor, 3-10, **3-10**
    menor, 3-10
  superior, 3-3, **3-3**
redondo
  mayor, 3-17, **3-17–3-19, 3-24**
  menor, 3-17, **3-17, 3-18**
    tendón, 2-11, **2-11, 3-17**
región inguinal del varón, 3-13, **3-13**
risorio, 3-1, **3-1**
romboides
  mayor, 3-9, **3-9,** 3-17, **3-17**
  menor, **3-9,** 3-17, **3-17**
rotadores
  cervicales, **3-10**
  torácicos, **3-10**
salpingofaríngeo, 3-5
sartorio, 3-27, **3-27,** 3-32, **3-32**
  tendón, **3-27**
semiespinoso
  cabeza, 3-10, **3-10**
  torácico, 3-10, **3-10**
semimembranoso, 3-26, **3-26**
semitendinoso, 3-26, **3-26**
serrato
  anterior, 3-18, **3-18, 10-5**
  posterior
    inferior, 3-9, **3-9**
    superior, 3-9, **3-9, 3-10**
sóleo, 3-30, **3-30,** 3-32, **3-32**
subclavio, 3-18, **3-18**
subcostal, 3-11
subescapular, 3-17, **3-17–3-19**
  tendón, 2-11, **2-11, 3-17**
supinador, 3-20, **3-20,** 3-22, **3-24**
supraespinoso, **2-11,** 3-17, **3-17, 3-18**
  tendón, 2-11, **2-11, 3-17**
suprahioideos, 3-7, **3-7**
temporal, 3-2, **3-2**
tensor
  fascia lata, 3-27, **3-27**
  velo del paladar, 3-4, **3-4**
tercer peroneo, 3-29, **3-29**
tibial
  anterior, 3-29, **3-29,** 3-32, **3-32**
    tendón, **2-20**
  posterior, 3-30, **3-30,** 3-32, **3-32**
    tendón, **2-20, 3-30**
tirohioideo, 3-7, **3-7**
  nervios, 4-28, **4-28**
transverso
  abdomen, 3-12, **3-12,** 3-13, **3-13, 3-14**
  superficial del periné, **3-16**
  tórax, 3-11, **3-11**
trapecio, **3-7,** 3-9, **3-9,** 3-17, **3-17, 3-18, 4-28**
tríceps braquial, 3-19, **3-19,** 3-24, **3-24**
  tendón, **2-12**
úvula, 3-4, **3-4**
vasto
  intermedio, 3-27, **3-27**
  lateral, 3-27, **3-27**
  medial, 3-27, **3-27**
vientre, 1-10, **1-10**
Muslo, **1-1**
  fémur, 2-17, **2-17**
  músculos
    anteriores, 3-27, **3-27**
    mediales, 3-28, **3-28**
    posteriores, 3-26, **3-26**
  plexo lumbar, 4-30, **4-30**

N

Nalga, **1-1**
Nariz, **1-1,** 7-2, **7-2**
Nasofaringe, 3-5, **3-5,** 7-1, **7-1,** 7-2, **7-2, 8-4**
Nefronas, 9-3, **9-3**
Nervio(s)
  abducens (VI), **2-3,** 4-22, **4-22**
  accesorio (XI), **2-3,** 4-22, **4-22, 4-28**
  auricular mayor, 4-28, **4-28**
  axilar, 4-29, **4-29**
  cervical transverso, 4-28, **4-28**
  ciático, 4-31, **4-31**
  coclear, 4-25, **4-25**
  craneales, 2-3, **2-3,** 4-22, **4-22**
  cubital, 4-29, **4-29**
  cutáneo, **1-12**
    antebraquial medial, **4-29**
    braquial medial, **4-29**
    femoral
      lateral, 4-30, **4-30**
      posterior, **4-31**
  dorsal de la escápula, **4-29**
  espinales, 2-7, **2-7,** 4-15, **4-15, 4-30**
  esplácnicos
    pélvicos, **4-20,** 4-21, **4-21**
    plexo nervioso entérico, 4-21, **4-21**
    torácicos, 4-21, **4-21**
  facial (VII), **2-3, 4-6,** 4-22, **4-22**
    ramos, **8-2**
  femoral, 4-30, **4-30**
  frénico, 4-28, **4-28**
  genitofemoral, 4-30, **4-30**
  glosofaríngeo (IX), **2-3,** 4-22, **4-22**
  glúteo
    inferior, 4-31, **4-31**
    superior, 4-31, **4-31**
  hipogloso (XII), **2-3,** 4-22, **4-22, 4-28**
  iliohipogástrico, 4-30, **4-30**
  ilioinguinal, 4-30, **4-30**
  intercostales, **3-11, 4-13**
  lingual, **8-2**
  mandibular (V_3), **2-3**
  maxilar (V_2), **2-3**
  mediano, 4-29, **4-29**
  motor (autónomo), **1-12**
  musculocutáneo, 4-29, **4-29**
  obturador, 4-30, **4-30**
  occipital menor, 4-28, **4-28**
  oculomotor (III), **2-3,** 4-22, **4-22**
  oftálmico (V_1), ramos, **2-3**
  olfatorio (I), 4-22, **4-22**

Nervio(s) *(cont.)*
óptico (II), **2-3, 3-3,** 4-22, **4-22, 4-24**
pectoral
lateral, **4-29**
medial, **4-29**
periféricos, **4-13,** 4-15, **4-15**
somático, 4-13, **4-13**
peroneo común, 4-31, **4-31**
plantares, **4-31**
pudendo, 4-31, **4-31**
radial, 4-29, **4-29**
safeno, **4-30**
sensitivo, **1-12**
subcostal, **4-30**
subescapular
inferior, **4-29**
superior, **4-29**
supraclaviculares, 4-28, **4-28**
sural, **4-31**
tibial, 4-31, **4-31**
torácico largo, **4-29**
toracodorsal, **4-29**
trigémino (V), 4-22, **4-22**
troclear (IV), **2-3,** 4-22, **4-22**
vago(X), **2-3,** 4-20, **4-20,** 4-21, **4-21,** 4-22, **4-22, 11-8**
vestibulococlear (VIII), **2-3,** 4-22, **4-22, 4-25**
Neumonía, 7-5
Neurocráneo, 2-2
Neurohipófisis, **4-11,** 11-1, **11-1,** 11-2, **11-2, 11-3**
Neurona(s)
bipolares, 4-1, **4-1**
estructura, 4-1, **4-1**
intestino, 4-21
monopolar, 4-1, **4-1**
motora
axones, músculo esquelético, 4-13, **4-13**
inferior y superior, 4-14
multipolares, 4-1, **4-1**
parasimpáticas
posganglionares, 4-20, **4-20**
preganglionares, 4-20, **4-20**
sensitivas, 4-1
seudomonopolares, 4-1, 4-13, **4-13**
simpáticas
posganglionares, 4-19, **4-19**
preganglionares, 4-19, **4-19**
supraópticas y paraventriculares, 11-3, **11-3**
Neurotúbulos, **4-1, 4-3**
Neutrófilos, 1-6, **1-6,** 5-1, **5-1,** 6-2, **6-2**
Nodulillos linfoides, **6-1**
apéndice vermiforme, 6-6, **6-6**
intestinales, **6-1**
intestino delgado, 8-7, **8-7**
intestino grueso, 8-8, **8-8**
Nódulo(s)
atrioventricular, 5-5, **5-5**
centinela, 6-7
linfático(s)
axilares, **6-1, 6-6,** 6-7, **6-7**
broncopulmonares, **7-5**
características, 6-1, **6-1**
cervicales, **6-1**
cúmulos, **6-7**
ilíacos, **6-1, 6-6,** 6-7, **6-7**
inguinales, **6-1**
superficiales, **6-6,** 6-7, **6-7**
lumbares, **6-1, 6-6**
mecanismo, médula ósea-timo, 6-4, **6-4**
mediastínicos, **6-1, 6-6,** 6-7, **6-7**
poplíteos, **6-6**
seno subcapsular, **6-1**
paraaórticos (lumbares), 6-7, **6-7**
sinoatrial, 5-5, **5-5, 5-6**
yugulodigástricos, 6-7, **6-7**
Noradrenalina, 4-19, 11-5
Núcleo(s), **4-1**
basales, **4-5,** 4-7, **4-7**
asociados, **4-5,** 4-7, **4-7**
caudado, **4-5,** 4-7, **4-7, 4-9**
celular, 1-4, **1-4**
centromediano, tálamo, **4-10**
dentado, **4-12**
dorsal lateral, tálamo, **4-10**
hipotálamico, 4-11, **4-11**
arqueado, 4-11, **4-11**
dorsomedial, 4-11, **4-11**
mamilar, 4-11, **4-11**
paraventricular, 4-11, **4-11**
posterior, 4-11, **4-11**
supraóptico, 4-11, **4-11**
ventromedial, 4-11, **4-11**
lentiforme (lenticular), **4-5,** 4-7, **4-7**
músculo, **1-10**
pulposo, 2-5, **2-5**
hernia, 2-7, **2-7**
septales, 4-8, **4-8**
supraóptico del hipotálamo, células y axones, 11-2, **11-2**
talámico, 4-10, **4-10**
anterior, **4-8,** 4-10, **4-10**
lateral posterior, 4-10, **4-10**
mediodorsal, 4-10, **4-10**
pulvinar, 4-10, **4-10**
ventral, 4-10, **4-10**
posterolateral, 4-10, **4-10**
posteromedial, 4-10, **4-10**
Nucléolo, 1-4, **1-4**

O

Oído, **1-1**
características, 4-25, **4-25**
sistema vestibular, 4-26, **4-26**
Olécranon, **1-1, 2-12, 3-19, 3-22**
Olfato, 4-27, **4-27**
Oligodendrocitos, 4-1, 4-2, **4-2**
Ombligo, **1-1, 5-19**
dermatoma torácico, 4-16, **4-16**
Omento
mayor, 8-5, **8-5, 8-6**
menor, 8-5, **8-5,** 8-6, **8-6**
Oposición al pulgar, **2-14**
Órbita, **7-3**
Oreja, **1-1**
Organelas, 1-4
Órgano de Corti, 4-25, **4-25**
Orificio
base del cráneo, 2-3, **2-3**
conducto eyaculador, **10-6, 10-8**
ureteral izquierdo, **9-5**
Orofaringe, 3-5, **3-5,** 7-1, **7-1,** 7-4, **7-4, 8-4**
Osteoartritis, 1-8
Osteoblastos, 2-1
Osteocitos, 2-1, **2-1**
Osteoclastos, 2-1, **11-4**
Osteona, 2-1, **2-1**
Osteoporosis, 1-7
Otitis media aguda, 7-2
Otolitos, 4-26, **4-26**
Ovarios, 10-1, **10-1,** 10-2, **10-2,** 11-1, **11-1,** 11-7, **11-7**
Ovocito, 10-2
ovulado, 10-2, **10-2**
Oxitocina, 11-3, **11-3**

P

Paladar
duro, **3-4, 7-4,** 8-2, **8-2**
músculos, 3-4, **3-4**
blando, 3-5, **3-5, 7-1, 7-2, 7-4,** 8-2, **8-2,** 8-4, **8-4**
Palma, **1-1**
pronación, 1-3, **1-3**
supinación, 1-3, **1-3**
Páncreas, 8-1, 11-6, **11-6**
exocrino, 8-10, **8-10**
Pantorrilla, **1-1**
Papila(s)
circunvalada, 3-4, **3-4**
dérmica, asas capilares, **1-12**
filiformes, 3-4, **3-4,** 4-27, **4-27**
foliadas, 3-4, **3-4,** 4-27, **4-27**
fungiformes, 3-4, **3-4,** 4-27, **4-27**
linguales, 3-4, **3-4,** 4-27, **4-27**
renal, **9-2**
Paquete vasculonervioso intercostal, **3-11**
Paravermis, 4-12, **4-12**
Pared lateral de la cavidad nasal, 2-3, **2-3,** 7-2, **7-2**
Parkinson, enfermedad, 4-7
Patógenos, 6-2, **6-2**
Pedúnculos cerebelosos, 4-6, **4-6,** 4-12, **4-12**
Pelvis, 1-1, **1-1**
acetábulo, 1-9, **1-9**
arterias, 5-16, **5-16**
diferencias de género, 2-15
inestable, 3-25
músculos, 3-15, **3-15**
renal, 9-2, **9-2**
Pene, **3-16, 9-5, 10-6,** 10-8, **10-8**
Pepsinógeno, **11-8**
Pérdida auditiva neurosensorial, 4-25
Pericardio, 1-13, **1-13,** 5-3, **5-3, 7-1, 7-5**
fibroso, 5-3, **5-3, 7-5**
seroso, 5-3, **5-3**
lámina parietal, 5-3, **5-3**
lámina visceral, 5-3, **5-3**
Pericarion, 4-1
Pericito, **5-7**
perivascular, **4-2**
Perimisio, 1-10, **1-10**
Periné
arterias, 5-16, **5-16**
dermatoma sacro, 4-16, **4-16**
mujer, **10-1**
músculos, 3-16, **3-16**
Periodonto, **8-3**
Periórbita, **3-3**
Periostio, 2-1, **2-1**
alveolar, **8-3**
Peritoneo, 1-13, **1-13, 3-12, 9-1, 10-6**
parietal, 1-13, **1-13,** 8-5, **8-5**
visceral, 1-13, **1-13**

Peroné, 2-17, **2-17, 2-20, 3-32**
cabeza, **2-18, 3-29**
Peroxisomas, 1-4, **1-4**
Pezón, 10-5, **10-5**
dermatoma torácico, 4-16, **4-16**
Piamadre, 1-13, 4-18, **4-18**
Pie, **1-1.** *Véase también* Planta del pie
articulaciones, 2-20, **2-20**
caído, 4-31
dermatoma lumbar, 4-16, **4-16**
flexión plantar, 1-3, **1-3**
huesos, 2-19, **2-19**
músculos intrínsecos, 3-31, **3-31**
venas, **5-21**
Piel
consumo de oxígeno, **5-2**
dermis, 1-12, **1-12**
epidermis, 1-12, **1-12**
funciones, 1-12
sistema simpático, efectos, 4-19, **4-19**
Pierna, **1-1**
arterias, **5-13**
fascia, **3-32**
huesos, 2-17, **2-17**
músculos, compartimentos
anterior y lateral, 3-29, **3-29**
posterior, 3-30, **3-30**
venas, **5-21**
Pilar del clítoris, **3-16, 9-5**
diafragma, **3-14**
fórnix, 4-9, **4-9**
pene, **9-5, 10-8**
Pirámides renales, 9-2, **9-2**
Pisiforme, 2-13, **2-13, 3-23**
Placa
de Peyer, 8-7
epifisaria, 1-8, **1-8**
Plano(s)
coronal, 1-2, **1-2**
corporales, 1-2, **1-2**
de referencia, 8-1, **8-1**
frontal, 1-2, **1-2**
intertubercular, 8-1, **8-1**
medio (sagital medio), 1-2, **1-2,** 8-1, **8-1**
medioclavicular, 8-1, **8-1**
parasagitales, 1-2
sagitales, 1-2
subcostal, 8-1, **8-1**
transumbilical, 8-1, **8-1**
transverso, 1-2, **1-2**
Planta del pie, **1-1**
arterias, **5-13**
capas de músculos intrínsecos, 3-31, **3-31**
eversión, 1-3, **1-3**
inversión, 1-3, **1-3**
Plaquetas, 5-1, **5-1**
Plasma, **7-6**
composición, 5-1, **5-1**
Pleura
parietal, 1-13, **1-13,** 7-5, **7-5**
visceral, 1-13, **1-13, 7-5**
Plexo
braquial, 1-11, **1-11, 4-13**
divisiones, 4-29, **4-29**
fascículos, 4-29, **4-29**
inervación sensitiva, **4-29**
raíces, 4-29, **4-29**
ramos terminales, 4-29, **4-29**
troncos, 4-29, **4-29**
cardíaco, **4-19**
cervical, 1-11, **1-11,** 4-28, **4-28**
ramos motores, 4-28, **4-28**
ramos sensitivos, 4-28, **4-28**
coroideo, **4-9**
ventrículos laterales, 4-17, **4-17**
lumbar, 1-11, **1-11, 4-13,** 4-30, **4-30**
lumbosacro, 1-11, **1-11**
mientérico, **4-21**
nervioso
dermis, profundo, **1-12**
espinal, 1-11, **1-11,** 4-28, **4-28,** 4-29, **4-29,** 4-30, **4-30,** 4-31, **4-31**
braquial, 4-29, **4-29**
cervical, 4-28, **4-28**
lumbar, 4-30, **4-30**
sacro, 4-31, **4-31**
sistema nervioso entérico, 4-21, **4-21**
pterigoideo, **5-11**
sacro, **4-13,** 4-31, **4-31**
submucoso, **4-21**
superficial, dermis, **1-12**
Pliegues
circulares, 8-7, **8-7**
mucosa, **8-10**
semilunares, 8-8, **8-8**
vestibulares, 7-4, **7-4**
vocales, 3-6, **7-1,** 7-4, **7-4**
Podocitos, 9-3, **9-3**
Polipéptido inhibidor gástrico, 11-8, **11-8**
Polo
occipital, **4-6**
temporal, **4-6**
Porción
distal, **4-11**
ascendente del asa de Henle, 9-3, **9-3**
intermedia, **4-11**
tuberal, **4-11, 11-2**
Porta hepático, 8-9
Posición anatómica, 1-1
Posterior (dorsal), 1-2, **1-2**
Potenciales de acción, **5-5**
Premolares, 2-4, **2-4,** 8-3, **8-3**
Presbicia, 4-24
Presión
aórtica, **5-2**
arterial pulmonar, **5-2**
Proceso
ciliar, 4-23, **4-23**
vaginal, **3-13**
Profundo (términos de relación), 1-2
Progesterona, 10-4, **10-4,** 11-7, **11-7**
Prolactina, 11-3, **11-3**
Prolongación glial (astrocitos), **4-1, 4-3**
Pronación
articulación radiocubital, 3-20, **3-20**
palmar, 1-3, **1-3**
Próstata, **8-5, 9-1, 9-5,** 10-6, **10-6**
Proteínas plasmáticas, **5-1**
Protracción, 1-3, **1-3**
Protuberancia occipital externa, **2-3**
Proximal (términos de relación), 1-2, **1-2**
Psoriasis, 1-12
Pterión, 2-2
Pubertad, 11-7, **11-7**
Pubis, **1-1,** 2-15, **2-15**
Puente, 1-11, 4-4, 4-6, **4-6, 4-10, 4-12, 11-2**
Pulgar, **1-1**
articulación en silla de montar, 1-9, **1-9,** 2-14
dermatomas cervicales, 4-16, **4-16**
huesos, 2-13, **2-13**
Pulmones, **1-13,** 7-1, **7-1,** 7-5, **7-5**
sistema parasimpático, efectos, 4-20, **4-20**
sistema simpático, efectos, 4-19, **4-19**
Pulpa
blanca, 6-5, **6-5**
roja, 6-5
Pulso, puntos
miembro inferior, 5-13
miembro superior, 5-12
Pulvinar, **4-7,** 4-10, **4-10**
Punción lumbar, 4-18, **4-18**
Putamen, **4-5,** 4-7, **4-7**

Q

Queratina, 1-5, **1-5**
Quiasma óptico, **4-6, 4-11, 4-12,** 4-24, **11-2**

R

Radio, **1-8,** 2-12, **2-12, 2-13, 3-19**
Rafe
palatino, **8-2**
pterigomandibular, **3-2, 3-5**
Raíz
anterior, 4-15, **4-15**
diente, ápice, 8-3, **8-3**
posterior (dorsal), 4-15, **4-15**
Rama(s)
inferior del pubis, **9-5**
isquiopubiana, **3-16, 10-6, 10-8**
pterigoideas, 5-9
pterigopalatinas, 5-9
retromandibulares, 5-9
Ramo
anterior, 4-15, **4-15**
nervio espinal, **4-30**
comunicante
blanco, **4-15**
gris, **4-15**
posterior (dorsal), 4-15, **4-15, 4-29**
Rampa
timpánica, **4-25**
vestibular, **4-25**
Raquitismo, 2-1
Reabsorción
tubular, 9-4, **9-4**
ultrafiltrado, 9-4, **9-4**
Receptores olfatorios, 4-27, **4-27**
Receso axilar, **2-11**
Recto, **3-15,** 8-1, **8-1, 8-5,** 8-8, **8-8, 9-1, 10-6**
venas, **5-18**
Red
testicular, 10-7, **10-7**
trabecular, **4-23**
Reflejo
acomodación, 4-23
rotuliano, 3-27
Reflexión
peritoneal, **8-8**
pleural, 7-5, **7-5**

Región
  hipocondríaca, **8-1**
  lumbar, **1-1**
  poplítea, **1-1**
  púbica, hipogástrica, **8-1**
Regulación
  acuosa, renal, 9-4, **9-4**
  proteínas, plasma, **5-1**
Reposición del pulgar, **2-14**
Reproducción asistida, estrategias, 10-4
Respuesta
  humoral, 6-3
  inflamatoria, **6-2**
  mediada por células, 6-3
Retículo endoplásmico, 1-4, **1-4**
  liso, 1-4, **1-4**
  rugoso, 1-4, **1-4, 4-1**
Retina, 4-23, **4-23,** 4-24, **4-24**
  células bipolares, 4-24, **4-24**
Retináculo
  extensor, **3-22**
    superior, **3-29**
  flexor, 2-13, **3-23, 3-30**
Retracción, 1-3, **1-3**
Ribosomas, 1-4, **1-4**
Rinosinusitis, 7-3
Riñón, **8-10,** 9-1, **9-1**
  características, 9-2, **9-2**
  consumo de oxígeno, **5-2**
  efectos de la PTH, **11-4**
  función tubular renal, 9-4, **9-4**
  hormonas, 11-1, **11-1**
  nefrona, 9-3, **9-3**
  prenatal, **5-22**
Rodete
  acetabular, 2-16, **2-16**
  glenoideo, **2-11**
Rodilla del cuerpo calloso, 4-6, **4-6, 4-9**
Ronquera, 3-6, 7-4
Rotación
  lateral, 1-3, **1-3**
  medial, 1-3, **1-3**
Rótula, **1-1, 1-7,** 2-17, **2-17, 2-18, 3-27, 3-28**
Rotura
  ligamento cruzado anterior, 2-18
  tendón del bíceps braquial, 3-19
Ruidos cardíacos, 5-4

S

Sabor
  amargo, 4-27
  dulce, 4-27
  salado, 4-27
  umami, 4-27
Saco
  dural, terminación, **4-13**
  lagrimal, 4-23, **4-23**
Sacro, **1-11,** 2-5, **2-5,** 2-7, **2-7,** 2-15, **3-15**
  cara auricular, **2-15**
Sáculo, 4-25, **4-25, 4-26**
Sangre, composición, 5-1, **5-1**
Sarcolema, **1-10**
Sarcomas, 1-6
Sarcoplasma, **1-10**
Secreción tubular, 9-4, **9-4**
Secretina, 11-8, **11-8**
Seno(s)
  cavernoso, 5-11, **5-11**
  coronario, 5-6, **5-6**
  esfenoidal, **2-3, 7-1, 7-2,** 7-3, **7-3**
  frontal, **2-3, 7-1,** 7-3, **7-3**
  galactóforos (lactíferos), 10-5, **10-5**
  maxilar, 7-3, **7-3**
  oblicuo, 5-3
  occipital, **5-11**
  paranasales, 7-3, **7-3**
  petroso inferior, **5-11**
  recto, 5-11, **5-11**
  transverso, 5-3
  venosos, 5-11, **5-11**
    central, hueso, **2-1**
    duramadre, 4-18, **4-18, 5-11**
    esplénicos, 6-5, **6-5**
    petroso superior, 5-11, **5-11**
    sagital superior, **4-17,** 4-18, **4-18,** 5-11, **5-11**
    sigmoideo, 5-11, **5-11**
    transverso, 5-11, **5-11**
Serosa, **6-6, 8-8**
Silla turca, **2-3**
Sinapsis
  axodendrítica, **4-1,** 4-3, **4-3**
  axosomática, **4-1,** 4-3, **4-3**
  características, 4-3, **4-3**
  combinada axoaxónica y axodendrítica, 4-3, **4-3**
  cresta dendrítica, 4-3, **4-3**
  dendrodendrítica, 4-3, **4-3**
  espina dendrítica, 4-3, **4-3**
  plasticidad, 4-3
  recíproca, 4-3, **4-3**
  seriada, 4-3, **4-3**
  simple, 4-3, **4-3**
  varicosidades, 4-3, **4-3**
Sinartrosis, 1-8, **1-8**
Sincondrosis, 2-8
Sindesmosis, **1-8**
Síndrome
  compartimental
    anterior, 3-29
    posterior, 3-30
  lóbulo anterior, 4-12
Sínfisis del pubis, 2-15, **2-15, 3-15, 3-16, 10-1**
Sinusoides, **8-9**
Sistema cardiovascular
  circulación prenatal y posnatal, 5-22, **5-22**
  organización general, 5-2, **5-2**
Sistema de la vena ácigos, 5-17, **5-17**
Sistema de Purkinje, 5-5, **5-5**
Sistema del complemento, **6-2**
Sistema digestivo
  cavidad
    bucal, 8-2, **8-2**
    peritoneal y mesenterios, 8-5, **8-5**
  dientes, 8-3, **8-3**
  estómago, 8-6, **8-6**
  faringe y esófago, 8-4, **8-4**
  hígado, 8-9, **8-9**
  intestino delgado, 8-7, **8-7**
  intestino grueso, 8-8, **8-8**
  organización, 8-1, **8-1**
  vesícula biliar y páncreas exocrino, 8-10, **8-10**
Sistema endocrino
  glándulas suprarrenales, 11-5, **11-5**
  hipotálamo e hipófisis, 11-2, **11-2**
  órganos y tejidos, 11-1, **11-1**
  páncreas, 11-6, **11-6**
  pubertad, 11-7, **11-7**
  tiroides y paratiroides, 11-4, **11-4**
Sistema esquelético, estructura y funciones, 1-7
Sistema genital
  femenino
    características, 10-1, **10-1**
    ciclo menstrual, 10-4, **10-4**
    mama, 10-5, **10-5**
    ovarios y trompas uterinas, 10-2, **10-2**
    pubertad, 11-7, **11-7**
    útero y vagina, 10-3, **10-3**
  masculino, 11-7
    características, 10-6, **10-6**
    pubertad, 11-7, **11-7**
    testículo y epidídimo, 10-7, **10-7**
    uretra y pene, 10-8, **10-8**
Sistema haversiano, 2-1
Sistema límbico, 4-8, **4-8**
Sistema linfático
  aspectos clínicos, 6-7, **6-7**
  bazo, 6-5, **6-5**
  inmunidad
    adaptativa, 6-3, **6-3**
    innata, 6-2, **6-2**
  organización general, 6-1, **6-1**
  timo y médula ósea, 6-4, **6-4**
Sistema nervioso, 1-11, **1-11**
  autónomo, 4-15
    división craneosacra, 4-20
    división parasimpática, 4-20, **4-20**
    división simpática, 4-19, **4-19,** 4-21, **4-21**
    división toracolumbar, 4-19
  central, 1-11, **1-11**
  entérico, 4-15, 4-21, **4-21**
  periférico, 1-11, **1-11,** 4-15, **4-15**
  somático, 4-15
Sistema porta hepático, **5-19**
Sistema renina-angiotensina-aldosterona, 9-3
Sistema reproductor. *Véase* Sistema genital
Sistema respiratorio
  cavidad nasal y nasofaringe, 7-2, **7-2**
  mecánica de la ventilación, 7-6, **7-6**
  organización, 7-1, **7-1**
  orofaringe, laringofaringe y laringe, 7-4, **7-4**
  senos paranasales, 7-3, **7-3**
  tráquea y pulmones, 7-5, **7-5**
Sistema urinario, 9-1, **9-1**
  riñón, 9-2, **9-2**
  sistema parasimpático, efectos, 4-20, **4-20**
  sistema simpático, efectos, 4-19, **4-19**
  vejiga urinaria y uretra, 9-5, **9-5**
Sistema visual, 4-23, **4-23,** 4-24, **4-24**
Sistemas auditivo y vestibular, 4-25, **4-25,** 4-26, **4-26**
Sodio, filtración, 9-4
Soma, 4-1, **4-1**
Somatostatina, 11-6, **11-6**
Somatotropas, 11-3
Submucosa, apéndice vermiforme, **6-6**
Superficial (términos de relación), 1-2
Superior (craneal), 1-2, **1-2**
Supinación, 1-3, **1-3**
  articulaciones radiocubitales, 3-20, **3-20**

Surco
calcarino, **4-24**
central, **4-4**
medio, **3-4**
terminal, **3-4**
Surfactante, 7-6, **7-6**
Sustancia
blanca
corteza cerebral, 4-5, **4-5**
médula espinal, 4-13, **4-13,** 4-14, **4-14**
de Nissl, **4-1**
fundamental, **1-6**
gris, 4-5, **4-5, 4-14**
médula espinal, 4-13, **4-13,** 4-14
Sustentáculo del astrágalo, 2-19, **2-19, 2-20**
Suturas, 1-8, **1-8,** 2-2, **2-2**
coronal, **1-8,** 2-2, **2-2, 2-3**
escamosa, 2-2, **2-2**
esfenoescamosa, 2-2, **2-2**
esfenoparietal, 2-2, **2-2**
lambdoidea, 2-2, **2-2, 2-3**
occipitomastoidea, 2-2, **2-2**
parietomastoidea, 2-2, **2-2**
sagital, 2-2, **2-2**

T

Tabique
intermuscular medial, **3-19**
nasal, 2-3, **3-5,** 7-2, **7-2, 7-4, 8-4**
Tálamo, **4-5,** 4-6, **4-6, 4-7, 4-9,** 4-10, **4-10–4-12, 11-2**
Tallo
hipofisario, **11-2**
nervioso, **11-2**
Talón, **1-1**
dolor por fascitis plantar, 3-31
Tanicito, **4-2**
Taponamiento cardíaco, 5-3
Taquicardia ventricular, 5-5
Tarso
huesos, 2-19, **2-19**
tobillo, **1-1**
Tejido(s)
adiposo
hormonas, 11-1, **11-1**
subcutáneo, mama, 10-5, **10-5**
conectivo, **1-5**
células, 1-6, **1-6**
denso, 1-6
especializado, 1-6, **1-6**
fibras, 1-6, **1-6**
hígado, **8-9**
hormonas, 11-1, **11-1**
laxo, 1-6
lóbulo intermedio de la hipófisis, 11-2, **11-2**
propiamente dicho, 1-6, **1-6**
epiteliales, 1-5, **1-5**
fibroadiposo alar, **7-2**
linfoide asociado
bronquios, 6-6, **6-6**
intestino, 6-6, **6-6**
mucosas, 6-6, **6-6**
subcutáneo, 1-12, **1-12**
adiposo, mama, 10-5, **10-5**
Tendinitis, tendón calcáneo, 3-30
Tendón(es), **1-6,** 1-9, **1-10**
común de los extensores, **3-22**
Tenia del colon, **8-8**
Tentorio del cerebelo, **5-11**
Términos de relación, 1-2, **1-2**
Testículo, 10-6, **10-6,** 10-7, **10-7,** 11-7, **11-7**
descenso, 3-13, **3-13**
hormonas, 11-1, **11-1**
Testosterona, 11-7, **11-7**
Tétanos, 3-2
Tibia, 1-9, **1-9,** 2-17, **2-17, 2-20, 3-29, 3-32**
Timo, 5-3, **5-3,** 6-1, **6-1,** 6-4, **6-4, 6-6,** 11-1, **11-1**
Tirotropas, 11-3
Tobillo, **1-1**
articulaciones, 2-20, **2-20**
dorsiflexión, 1-3, **1-3**
músculos, 3-32
Tonsila(s)
faríngea, **8-4**
lingual, **4-27**
palatina, **3-4, 4-27,** 8-2, **8-2, 8-4**
tejido linfoide, 6-1, **6-1,** 6-6, **6-6**
Tórax, 1-1, **1-1**
venas, 5-17, **5-17**
Trabéculas de hueso esponjoso, **2-1**
Tracto
corticoespinal lateral, 4-14, **4-14**
espinocerebeloso
anterior, 4-14, **4-14**
posterior, 4-14, **4-14**
espinorreticular, 4-14, **4-14**
espinotalámico, 4-14, **4-14**
fibras de asociación, 4-5, **4-5**
hipotalamohipofisario, **4-11**
iliotibial, **3-26**
olfatorio, 4-8, **4-8**
reticuloespinal
anterior, 4-14, **4-14**
lateral, 4-14, **4-14**
rubroespinal, 4-14, **4-14**
supraopticohipofisario, **4-11**
Tráquea, **3-5, 5-14,** 7-1, **7-1,** 7-4, **7-4,** 7-5, **7-5, 8-4**
Tríada
desgraciada, 2-18
portal, **8-7,** 8-9, **8-9**
Triángulo
anal, 3-16, **3-16**
carotídeo, cuello, 3-7, **3-7**
cuello, 3-7, **3-7**
muscular, cuello, 3-7, **3-7**
posterior, cuello, 3-7, **3-7**
submandibular, cuello, 3-7, **3-7**
submentoniano, cuello, 3-7, **3-7**
urogenital, 3-16, **3-16**
Trígono vesical, 9-5, **10-8**
Trismo, 3-2
Trocánter
mayor, **2-16, 2-17, 3-25**
menor, **2-16, 2-17, 3-14**
Tróclea, **3-3**
astrágalo, 2-19, **2-19**
húmero, porción distal, 2-10, **2-10**
Trombosis, seno cavernoso, 5-11
Trompa(s)
auditiva (faringotimpánica), **7-2**
porción cartilaginosa, **3-2, 3-4**
uterinas (de Falopio), 10-1, **10-1,** 10-2, **10-2**
Tronco, **1-1**
braquiocefálico, **5-12,** 5-14, **5-14, 8-4**
celíaco, 5-14, **5-14,** 5-15, **5-15, 5-22,** 8-5, **8-10**
costocervical, 5-8, **5-8, 5-12**
encéfalo, 1-11, **4-21**
linfático derecho, **6-6**
lumbosacro, **4-30, 4-31**
plexo braquial, 4-29, **4-29**
pulmonar, **5-22**
infundíbulo, 5-4, **5-4**
tirocervical, 5-8, **5-8, 5-12**
Túber, **4-12**
Tubérculo del pubis, **3-12, 10-8**
Tuberosidad
deltoidea, **2-10**
ilíaca, **2-15**
isquiática, **2-16, 3-16, 3-25, 3-26**
radio, **2-12**
tibia, **2-17, 3-27**
Tubo digestivo
arterias, 5-15, **5-15**
consumo de oxígeno, **5-2**
drenaje venoso, 5-19, **5-19**
hormonas, 11-1, **11-1,** 11-8, **11-8**
sistema parasimpático, efectos, 4-20, **4-20**
sistema simpático, efectos, 4-19, **4-19**
Túbulo
colector, 9-3, **9-3,** 9-4, **9-4**
contorneado
distal, 9-3, **9-3,** 9-4, **9-4**
revestimiento celular, 9-3, **9-3**
proximal, 9-3, **9-3,** 9-4, **9-4**
seminíferos, 10-7, **10-7**
Tumores
hipófisis, 5-11
tejido conectivo, 1-6
tejido epitelial, 1-5
Túnel carpiano, 2-13
Túnica
adventicia, 5-7, **5-7**
albugínea, 10-7, **10-7**
íntima, 5-7, **5-7**
media, 5-7, **5-7**

U

Úlcera
péptica, 8-6
Ultrafiltrado del plasma, glomerular, **9-3**
Unión(es)
epifisaria, pubertad, **11-7**
estrechas, **7-6**
manubrioesternal, **7-5**
neuroefectoras, **4-15**
rectosigmoidea, **8-8**
Uréter, **5-16,** 9-1, **9-1, 10-6**
proximal, 9-2, **9-2**
Uretra, **3-15,** 9-1, **9-1,** 9-5, **9-5**
esponjosa, 9-5, **9-5,** 10-8, **10-8**
femenina, 10-1, **10-1**
masculina, 10-6, **10-6,** 10-8, **10-8**
membranosa, 9-5, **9-5,** 10-8, **10-8**
prostática, 9-5, **9-5,** 10-8, **10-8**
Útero, 10-1, **10-1,** 10-3, **10-3**
cuerpo, 10-3, **10-3**
orificio externo, **10-3**
orificio interno, **10-3**

Utrículo, 4-25, **4-25, 4-26**
Úvula, **3-5,** 8-2, **8-2,** 8-4, **8-4**

V

Vacunación, 6-7
Vagina, **3-15, 3-16, 9-5,** 10-1, **10-1,** 10-3, **10-3**
Vaina
  carotídea, 3-7, **3-7**
  fascial del globo ocular, **3-3**
  linfática periarterial, 6-5, **6-5**
  mielina, 4-1, **4-3**
  músculo recto, abdomen, 3-12, **3-12**
Válvula(s)
  aórtica, semilunar, 5-4, **5-4**
  mitral, 5-4, **5-4**
  pulmonar, semilunar, 5-4, **5-4, 5-5**
  rectales, **8-8**
  semilunares, 5-4, **5-4**
  tricúspide, 5-4, **5-4**
  venosas, 5-21, **5-21**
Varices, 4-3, **4-3**
Varón
  músculos
    pelvis, **3-15**
    periné, 3-16, **3-16**
    región inguinal, 3-13, **3-13**
  uretra, 9-5, **9-5**
Vasos
  linfáticos aferentes, 6-1, **6-1**
  sanguíneos, **1-6**
    ovario, **10-2**
    piel, **1-12**
    respuesta inmunitaria innata, 6-2, **6-2**
Vejiga urinaria, **8-5,** 9-1, **9-1,** 9-5, **9-5, 10-6**
Vello
  axilar, **11-7**
  facial, **11-7**
  púbico, **11-7**
Vellosidad, **6-6,** 8-7, **8-7**
Vena(s)
  ácigos, **5-20**
  angular, **5-11**
  axilar, 5-20, **5-20**
  basílica, 5-20, **5-20**
  braquial, 5-20, **5-20**
  braquiocefálica, **5-20, 6-7**
    derecha, 5-17, **5-17**
    izquierda, 5-17, **5-17**
  cabeza y cuello, 5-11, **5-11**
  cardíacas, 5-6, **5-6**
    magna, 5-6, **5-6**
    media, 5-6, **5-6**
    menor, 5-6, **5-6**
  cava
    inferior, 5-4, **5-4, 5-14, 5-17,** 5-18, **5-18,** 8-9, **8-9, 9-1**
    superior, 5-3, **5-3,** 5-4, **5-4, 5-5,** 5-17, **5-17, 5-20, 7-5**
  cavidad abdominopélvica, 5-18, **5-18**
  cefálica, 5-20, **5-20**
  centrales, hígado, **8-9**
  cerebral magna (de Galeno), **5-11**
  cólica
    derecha, **5-19**
    izquierda, **5-19**
    media, **5-19**
  cubital, 5-20, **5-20**
  digitales, **5-20**
  dorsal
    pie, **5-21**
    profunda, pene, **10-8**
    superficial, pene, **10-8**
  emisarias, 4-18, **4-18**
  endometrio, 10-4, **10-4**
  esofágicas, **5-17,** 5-19, **5-19**
  esplénica, **5-17,** 5-19, **5-19**
  facial, 5-11, **5-11, 8-2**
  femoral, 5-21, **5-21**
  frénica inferior, **5-18**
  gástrica
    derecha, **5-19**
    izquierda, **5-17, 5-19**
  gonadal
    derecha, 5-18, **5-18**
    izquierda, 5-18, **5-18**
  grandes, 5-7, **5-7**
  hemiácigos, 5-17, **5-17**
    accesoria, 5-17, **5-17**
  hepáticas, 5-18, **5-18, 5-22**
  hueso, 2-1, **2-1**
  ileocólica, **5-19**
  ilíaca
    común, **5-21**
    externa, 5-18, **5-18, 5-21**
    interna, 5-18, **5-18, 5-21**
  intercostal posterior, **5-17**
  lingual, **5-11**
  lumbares ascendentes, **5-18**
  maxilares, **5-11**
  medianas, 5-7, **5-7**
    codo, 5-20, **5-20**
  mesentérica
    inferior, **5-17, 5-18,** 5-19, **5-19**
    superior, **5-17,** 5-19, **5-19, 8-7, 8-10**
  metacarpianas, **5-20, 5-21**
  miembro
    inferior, 5-21, **5-21**
    superior, 5-20, **5-20**
  nódulo linfático, 6-1, **6-1**
  oftálmica superior, **5-11**
  organización general, 5-2, **5-2**
  paraumbilicales, 5-19, **5-19**
  peronea, 5-21, **5-21**
  poplítea, 5-21, **5-21**
  porta hepática, **5-17,** 5-19, **5-19,** 8-9, **8-9**
  pudenda interna, **5-18**
  pulmonares, 5-4, **5-4, 5-22,** 7-5, **7-5,** 7-6, **7-6**
  radial, 5-20, **5-20**
  rectal
    inferior, 5-18, **5-18,** 5-19, **5-19**
    media, **5-18,** 5-19, **5-19**
    superior, **5-18**
      derecha, 5-19, **5-19**
      izquierda, 5-19, **5-19**
  renales, 5-18, **5-18, 9-1,** 9-2, **9-2, 11-5**
  retromandibular, 5-11, **5-11**
  safena
    mayor, 5-21, **5-21**
    menor, 5-21, **5-21**
  satélite, 5-20
  sigmoideas, **5-19**
  subclavia, **3-8, 5-3, 5-11, 5-17,** 5-20, **5-20, 6-7**
    izquierda, **5-20**
    subcutáneas, **1-12**
    sublobular, **8-9**
    suprarrenal, **11-5**
    temporal superficial, **5-11**
    testicular, **9-1**
    tibial
      anterior, 5-21, **5-21**
      posterior, 5-21, **5-21**
    tipos, 5-7, **5-7**
    tiroidea
      inferior, 5-11, **5-11**
      media, 5-11, **5-11**
      superior, 5-11, **5-11**
    tórax, 5-17, **5-17**
    trabecular, **6-5**
    transporte de hormonas, hipófisis, **11-3**
    umbilical, 5-22, **5-22**
    yugular externa, 5-11, **5-11, 5-20**
    yugular interna, **5-3,** 5-11, **5-11, 5-17, 5-20, 6-7,** 11-4, **11-4**
  Ventana
    coclear, 4-25, **4-25**
    vestibular, **4-25**
  Ventral (anterior), 1-2, **1-2**
  Ventrículo(s)
    cardíacos, 5-4, **5-4**
    cerebrales, **4-5, 4-6**
      cuarto, 4-17, **4-17**
      lateral, **4-7, 4-9,** 4-17, **4-17**
      tercero, 4-17, **4-17**
    derecho, 5-4, **5-4**
    encefálicos, **4-5, 4-6**
      cuarto, 4-17, **4-17**
      lateral, **4-7, 4-9,** 4-17, **4-17**
      tercero, 4-17, **4-17**
    izquierdo, 5-4, **5-4**
    laríngeos, 7-4, **7-4**
    laterales, **4-7, 4-9,** 4-17, **4-17**
  Vénulas, 5-7, **5-7**
  Vermis, 4-12, **4-12**
  Vértebra(s), **1-7**
    cervicales, 2-5, **2-5.** *Véase también* Atlas (C1); Axis (C2)
      agujero transverso, 2-6, **2-6**
      apófisis transversa, 2-6, **2-6**
      conducto vertebral, 2-6, **2-6**
      cuerpo, 2-6, **2-6, 3-8**
      disco intervertebral, 2-6, **2-6**
      espina bífida, 2-6, **2-6**
      lámina, 2-6, **2-6**
    coccígea, 2-7, **2-7**
    columna, **4-15**
    cuerpo, **1-8,** 2-5, **2-5, 4-18**
    disco intervertebral, 2-5, **2-5**
    lumbares, 2-5, **2-5**
      agujero intervertebral, 2-7, **2-7**
      apófisis articular superior, 2-7, **2-7**
      apófisis espinosa, 2-7, **2-7, 8-5**
      cuerpo, 2-7, **2-7, 2-9, 8-6**
      disco intervertebral, 2-7, **2-7**
      L5, **1-11**
      ligamentos, 2-7, **2-7**
      nervios espinales, 2-7, **2-7**
    niveles, plexo nervioso, **1-11**
    sacras
      agujero sacro anterior, 2-7, **2-7**
      cara articular lumbosacra, 2-7, **2-7**
      cresta sacra media, 2-7, **2-7**

típica, 2-5, **2-5**
torácicas, 2-5, **2-5,** 2-7
apófisis espinosa, 2-6, **2-6**
conducto vertebral, 2-6, **2-6**
cuerpo, 2-6, **2-6**
fosita costal
apófisis transversa, 2-6, **2-6**
inferior, 2-6, **2-6**
superior, 2-6, **2-6**
T12, **1-11, 3-17**
Vértigo, 4-26
Vesícula(s)
biliar, **5-15,** 8-1, **8-1,** 8-9, **8-9,** 8-10, **8-10**
seminal, 10-6, **10-6**
sinápticas, 4-3, **4-3**
Vestíbulo
laríngeo, **7-1,** 7-4, **7-4**
nasal, **7-2**
ótico, **4-25**
Vía(s)
difusión de oxígeno, **7-6**
fibras, cortical, 4-5, **4-5**
retinogeniculocalcarina, **4-24**
Vigilancia inmunológica, **6-2**
Vísceras
intraperitoneales, 8-5, **8-5**
retroperitoneales, 8-5, **8-5**
Viscerocráneo, 2-2
Vitamina D, deficiencia, 2-1
Vómer, 2-2, **2-2,** 2-3, **2-3,** 7-2, **7-2, 7-3**

W

Waldeyer, anillo linfático, 7-4

Y

Yeyuno, 8-1, **8-1, 8-5,** 8-7, **8-7, 8-10**
Yunque, **4-25**

Z

Zona
fasciculada, 11-5, **11-5**
glomerular, 11-5, **11-5**
reticular, 11-5, **11-5**